

Efeito da Cobertura Morta de Acículas de
Pinnus spp na Matéria Orgânica do Solo sob
Cultivo da Macieira [*Malus Xdomestica* Borkh]

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração Ciência do Solo, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de "Mestre em Ciência do Solo".



CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
"CIÊNCIA DO SOLO"

P A R E C E R

Os Membros da Comissão Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **FLORA OSAKI**, com o título: "EFEITO DA COBERTURA MORTA DE ACÍCULAS DE *Pinus spp* NA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO SOB CULTIVO DA MACIEIRA (*Malus domestica*)", para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de parecer pela **APROVAÇÃO** da Dissertação, completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Observação:- O critério de avaliação da Dissertação e defesa da mesma é apenas **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba, 02 de dezembro de 1988.

Francisco José Pereira de Campos Carvalho

Professor Francisco José Pereira de Campos Carvalho, Presidente

Jair Alves Dionísio

Professor Jair Alves Dionísio, Primeiro Examinador

Celina Wisniewski Koehler

Professora Celina Wisniewski Koehler, Segundo Examinador

Carlos Bruno Reissmann

Professor Carlos Bruno Reissmann, Coordenador.



DEDICATORIA

Ao meu pai Yoshiyuki Osaki(in memorian), alma oriental que me transmitiu a sua arte e a sua técnica em agricultura; a minha mãe Chiyoe Osaki, que me transmitiu a geografia da Asia e a história de seus povos; ao médico Dr. Saburo Suguisawa que nas horas mais difíceis, fortaleceu-me para a vida, a minha eterna gratidão; aos pesquisadores Dr. Paulo Varela Sendim, Osmar Muzilli, Geraldo Luiz de Souza, Amador Villacorta Mosqueira, Paulo Furiatti, professoras Maria Elizabete Doni, Marly Schaffer Dias e Beatriz Monte Serrat Prevedelo, pelo apôio e incentivo incansável para enfrentar os árduos embates do cotidiano; aos amigos(as) que me apoiaram em todos os momentos, meu respeito pela lealdade e grandeza de espírito; e aos meus irmãos Másako, Marcos Hidehiko e Rosa Hidemi, pela ajuda durante todo o período do curso-razões do viver-, eternos amigos.

dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Francisco José Pereira de Campos Carvalho(Universidade Federal do Paraná),pela valiosa orientação,o meu mais alto reconhecimento.

Aos Professores Henrique Kßeller e Celina Kßeller, pela dedicação e pelos trabalhos de coorientação(Universid. Fed.PR.

Aos Professores Marcos de Paula Souza(Universidade Federal do Paraná),Amália Lia Endler Kahil(Universidade Pontifícia Católica do Paraná);aos pesquisadores Rui Carlos M.Biscaia,Gonçalo Signorelli de Farias e Nilceu Nazareno (Instituto Agrônomo do Paraná), e a Lucila Marshal de Araújo Maschio (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Paraná),pelos ensinamentos e valiosas sugestões.

Ao Excelentíssimo Sr. Professor Riad Salamuni,Magnífico Reitor da Universidade Federal do Paraná , e a Excelentíssima Professora Sálua Elias Garau,Assessora de Assuntos Culturais da Universidade Federal do Paraná, a minha respeitosa gratidão.

Ao Centro de Estações Experimentais da Universidade Federal do Paraná,nas pessoas dos Srs. Diretores e Professores Adelino Pelissari,Flávio Zanetti e Aryon Souza Lobo, pela amizade e facilidades concedidas.

Ao Dr. Waldomiro Gayer,na propriedade do qual foram instalados os experimentos,agradeço a atenção dispensada à minha pessoa e à Universidade Federal do Paraná.

Aos Professores Luimar Perly,Luiz Carlos Tourinho, Carlos Bruno Reissmann,Hélio Olimpio da Rocha,João Carlos Possamai (Universidade Federal do Paraná),e aos Engº.Agº Cícero Bley Junior ,e Silvia Smidlim Keil,pelo apoio e demonstração de amizade em todos os momentos.

Meus agradecimentos extensivos à EMBRAPA-Setor de Estatística; ao Laboratório de Estatística da UFPR,do Setor de Ciências Agrárias,na pessoa do Professor Henrique Kßeller; e ao Dr. José Roberto Ribas do Setor de Estatística e Processamento de Dados da COPEL.

Ao Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia(CONCI-TEC),pelo apoio financeiro.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Flora Osaki, nascida em Curitiba/Paraná, é filha de Yoshiyuki Osaki, um dos pioneiros de origem japonesa da agricultura na região metropolitana de Curitiba e litoral (Morretes e Paranaguá), formado pelo College of Agriculture-Agriculture Experimental Station, Koti-Ken, Japan, e de Chiyoe Osaki, formada pelo College Takassaka, Koti-Ken, Japan.

Graduou-se Engenharia Agrônoma pela Faculdade de Agronomia do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, e em Sociologia, Política, e Administração Pública pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Especializou-se em Psicologia da Educação pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade Federal do Paraná, e em Estatística e Cálculo pelo Centro de Estadística y Cálculo de la Universidad de Chapingo/México-México.

Aperfeiçoou-se no Ensino Agrícola pela Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade Federal do Paraná; em sementes pela Escola Superior Luiz de Queiróz, Piracicaba/São Paulo e em Técnicas Experimentais no Instituto Agrônomo de Campinas/São Paulo.

Fêz treinamentos em diversas Instituições do Brasil e do Exterior, tais como Instituto Biológico de São Paulo, nas áreas de Virologia Fisiopatológica e Micologia Fitopatológica e em Solos no Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Paraná.

Como Interno Pós-graduado do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali-Colômbia, apresentou 4 (quatro) mini-teses em espanhol, na área de Biometria, Pastagens e Culturas Forrageiras.

Atuou como Assessora Técnica de fazendas de alguns municípios do interior do Paraná.

Foi Supervisora Geral do Laboratório de Análise de Sementes do Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas do Paraná, pela Assessoria do Grupo de Implantação do Plano Nacional de Sementes, Curitiba/Paraná. Foi também vice-coordenadora da Comissão Estadual de Sementes e Mudas CESARROZ/PR.

Atuou no Ensino (Agricultura), ocasião em que ocupou também, cargos de Coordenadora do Curso.

Foi Assistente Técnica da Secretaria de Agricultura do Paraná-Departamento de Produção Vegetal, Curitiba/PR.

Implantou e coordenou o Centro de Biometria e Processamento de Dados do Instituto Agrônomo do Paraná, Londrina/Paraná, de 1975 a 1980.

Atuou também no Centro de Estações Experimentais da Universidade Federal do Paraná, na Assessoria de Produção-"Oleicultura de Grande Escala".

Apresentou diversos trabalhos no Brasil e no Exterior.

Publicou o livro Universo, Agricultura e Pecuária, o primeiro de uma série de 8 volumes.

Atualmente é pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná.

SUMARIO

<u>LISTA DE FIGURAS</u>	ix
<u>LISTA DE TABELAS</u>	xvi
<u>RESUMO</u>	xxii
<u>1 INTRODUCAO</u>	1
<u>2 REVISAO DE LITERATURA</u>	4
<u>2.1 A PRATICA DA COBERTURA MORTA DOS SOLOS</u>	4
2.1.1 A cobertura morta, umidade e a temperatura do solo.....	6
2.1.2 A cobertura morta, escoamento da agua e a erosão do solo.....	10
2.1.3 A cobertura morta e as plantas daninhas.....	12
2.1.4 A cobertura morta e a fertilidade do solo.....	14
<u>2.2 MATERIA ORGANICA DO SOLO</u>	18
2.2.1 Efeitos da materia orgânica nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.....	26
2.2.2 Substâncias húmicas.....	29
2.2.2.1 Fracionamento das substâncias húmicas.....	34
2.2.2.2 Acidos fúlvicos.....	35
2.2.2.3 Acidos húmicos.....	38
2.2.2.4 Humina.....	42
<u>3. MATERIAL E METODOS</u>	46
3.1 <u>AREA EXPERIMENTAL</u>	47
3.2 <u>AMOSTRAGENS</u>	53
3.3 <u>PROCEDIMENTOS ANALITICOS</u>	54

3.3.1	Análise física.....	54
3.3.2	Determinação química do solo.....	54
3.3.2.1	Determinação de pH.....	54
3.3.2.2	Determinação de alumínio trocável.....	55
3.3.2.3	Determinação de fósforo.....	56
3.3.2.4	Determinação do potássio.....	55
3.3.2.5	Determinação de cálcio.....	55
3.3.2.6	Determinação de hidrogênio+alumínio.....	56
3.3.2.7	Determinação de cálcio+magnésio.....	56
3.4	<u>DETERMINACAO DA MATERIA ORGANICA</u>	56
3.5	<u>DETERMINACAO DA BIOMASSA RADICULAR</u>	58
3.6	<u>ANALISE ESTATISTICA</u>	58
4	<u>RESULTADOS E DISCUSSAO</u>	60
4.1	<u>ANALISE FISICA</u>	59
4.2	<u>ANALISE QUIMICA</u>	61
4.2.1	pH (potencial de Hidrogênio).....	61
4.2.2	Cálcio e magnésio.....	61
4.2.3	Alumínio (Al^{3+}).....	62
4.2.4	Potássio.....	63
4.2.5	Fósforo.....	63
4.3	<u>CARBONO TOTAL NO SOLO</u>	63
4.4	<u>FRACIONAMENTO DA MATERIA ORGANICA</u>	67
4.4.1	Diferentes frações da matéria orgânica do solo.....	67
4.4.1.1	Fração matéria orgânica leve.....	67
4.4.1.2	Fração hidrossolúvel.....	73

4.4.1.3	Fração ácidos fúlvicos livres.....	78
4.4.1.4	Fração pirofosfato.....	83
4.4.1.5	Fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato.....	89
4.4.1.6	Fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato.....	94
4.4.1.7	Fração soda.....	100
4.4.1.8	Fração ácidos fúlvicos ligados a soda.....	104
4.4.1.9	Fração ácidos húmicos ligados a soda.....	109
4.4.1.10	Fração ácidos fúlvicos totais.....	113
4.4.1.11	Fração ácidos húmicos totais.....	118
4.4.1.12	Fração humina.....	124
4.4.1.13	Fração substâncias húmicas totais.....	130
4.5	<u>BIOMASSA RADICULAR.....</u>	135
4.6	<u>ANALISE COMPARATIVA DA COMPOSICAO DA MATERIA</u> <u>ORGANICA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES SOB PLANTIO</u> <u>CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE</u> <u>ACICULAS DE <i>Pinus spp.</i>.....</u>	139
4.7	<u>VARIACAO RELATIVA DOS TEORES DE CARBONO DAS</u> <u>DIFERENTES FRACOES NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES NOS</u> <u>PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM</u> <u>COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp.</i>.....</u>	158
4.8	<u>VARIACAO DAS RELACOES ENTRE AS DIFERENTES FRACOES</u> <u>DE SUBSTANCIAS HUMICAS NOS PERFIS SOB PLANTIO</u> <u>CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE</u> <u>ACICULAS DE <i>Pinus spp.</i>.....</u>	169
4.9	<u>TENDENCIAS DOS EFEITOS DA COBERTURA MORTA DE ACICULAS</u>	

	<u>DE <i>Pinus spp</i> NA MATERIA ORGANICA DO SOLO.....</u>	175
5	<u>CONCLUSOES.....</u>	178
6	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</u>	180
7	<u>APENDICE.....</u>	200

LISTA DE ILUSTRACOES

FIGURAS

1. VISTA PARCIAL DA AREA EXPERIMENTAL.....48,49,50,51
2. FLUXOGRAMA RESUMIDO DO FRACIONAMENTO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO.....58
3. TEORES MEDIOS DE CARBONO TOTAL DO SOLO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus doméstica*).....66
4. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE NOS PERFIS SO PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus doméstica*).....71
5. TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*).....72
6. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO HIDROSSOLUVEIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*).....76
7. TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO HIDROSSOLUVEL NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus doméstica*).....77

8. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES NOS
PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE
ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus*
doméstica).....81
9. TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES NOS
PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE
ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus*
doméstica).....82
10. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO
CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp*
NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus doméstica*).....87
11. TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO NOS PERFIS
SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS
DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus doméstica*).....88
12. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A
PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE
MACIEIRA(*Malus doméstica*)92
13. TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS
AO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE
MACIEIRA(*Malus doméstica*).....93
14. TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO
PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM
COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DE

	MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	98
15.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	99
16.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	102
17.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	103
18.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	107
19.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	108
20.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA (<i>Malus doméstica</i>).....	111
21.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM	

	COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	112
22.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	116
23.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	117
24.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA (<i>Malus doméstica</i>).....	121
25.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	122
26.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO HUMINA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	127
27.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO HUMINA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	128
28.	TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO SUBSTANCIAS HUMICAS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE	

	ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA (<i>Malus doméstica</i>).....	132
29.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO SUBSTANCIAIS HUMICAS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	133
30.	BIOMASSA RADICULAR TOTAL NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	137
31.	BIOMASSA RADICULAR MENOR QUE 2mm NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	138
32.	COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NA PROFUNDIDADE DE 0-3 cm NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	141
33.	COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NA PROFUNDIDADE DE 3-6 cm NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	145
34.	COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NA PROFUNDIDADE DE 6-15 cm NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	149
35.	COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS	

	PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NA PROFUNDIDADE DE 15-25 cm NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	152
36.	COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NA PROFUNDIDADE DE 25-40 cm NO CULTIVO DE MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	156
37.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, ACIDOS FULVICOS LIVRES, ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA, ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA E HUMINA.....	161
38.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORT ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, ACIDOS FULVICOS LIVRES, ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA, ACIDOS HUMICOS LIGADOS A PIROFOSFATO, ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA E HUMINA.....	163
39.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, ACIDOS FULVICOS TOTAIS, ACIDOS HUMICOS TOTAIS E HUMINA.....	164
40.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORT ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES:	

	MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, ACIDOS FULVICOS TOTAIS, ACIDOS HUMICOS TOTAIS E HUMINA.....	165
41.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, FRACAO PIROFOSFATO, FRACAO SODA E HUMINA.....	167
42.	TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORT ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRACOES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, FRACAO PIROFOSFATO, FRACAO SODA E HUMINA.....	168

LISTA DE TABELAS

TABELAS

1. ANALISE GRANULOMETRICA DOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp*.....60
2. ANALISE QUIMICA DOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp*62
3. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*) NA PROFUNDIDADE DE 0-3 cm.....142
4. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*) NA PROFUNDIDADE DE 3-6 cm.....146
5. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*) NA PROFUNDIDADE DE 6-15 cm.....150
6. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* NO CULTIVO DA MACIEIRA(*Malus doméstica*) NA

PROFUNDIDADE DE 15-25 cm.....	153
7. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COMBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DA MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>) NA PROFUNDIDADE DE 25-40 cm.....	157
8. RELACAO DAS DIFERENTES FRACOES COM OS ACIDOS HUMICOS TOTAIS ENTRE OS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DA MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	173
9. RELACAO DAS DIFERENTES FRACOES DAS SUBSTANCIAS HUMICAS ENTRE OS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERURA MORTA DE ACICULAS DE <i>Pinus spp</i> NO CULTIVO DA MACIEIRA(<i>Malus doméstica</i>).....	174
0. ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA O CARBONO TOTAL NO SOLO.....	201
1. ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE.....	202
2. ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE.....	203
3. ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	

	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	
	FRACAO HIDROSSOLUVEIS.....	204
14.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	HIDROSSOLUVEIS	205
15.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	
	FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES.....	206
16.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	ACIDOS FULVICOS LIVRES.....	207
17.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	
	FRACAO PIROFOSFATO.....	208
18.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL (PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	PIROFOSFATO.....	209
19.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	

	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO	
	ACIDOS FULVICOS LIGADOS AOPIROFOSFATO.....	210
20.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	ACIDOS FULVICIOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.....	211
21.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	
	FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.....	212
22.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.....	213
23.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	
	FRACAO SODA.....	214
24.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO	
	SODA.....	215
25.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB	
	DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E	
	PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA	

	FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA.....	216
26.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA.....	217
27.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA.....	218
28.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDO HUMICO LIGADO A SODA.....	219
29.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS.....	220
30.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS.....	221
31.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS.....	222

32.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS	223
33.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO HUMINA.....	224
34.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO HUMINA.....	225
35.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO SUBSTANCIAS HUMICAS TOTAIS.....	226
36.	ANALISE DA VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUB DIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE(SUB-PARCELA) PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO SUBSTANCIAS HUMICAS TOTAIS.....	227

RESUMO

O estudo comparativo do efeito das acículas de *Pinus* na matéria orgânica do solo, em cultura da macieira com 6 anos de idade, foi realizado no módulo experimental localizado no município de Araucária no Estado do Paraná, na Rodovia Curitiba-Araucária, Br 476, à margem esquerda, composta de dois tratamentos: manejo convencional e manejo com cobertura morta de acículas de *Pinus spp.*

Foram avaliados os efeitos pela cobertura morta de acículas através da análise da matéria orgânica do solo pelo seu fracionamento segundo método de DABIM, e da biomassa radicular.

Os resultados obtidos revelam: diferenças qualitativas e quantitativas dos teores de matéria orgânica do solo entre o manejo convencional e com cobertura morta; essas diferenças são explicadas pelo aumento no manejo com acículas, das frações ácidos fúlvicos ligados a soda, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e a humina, até a camada de 15-25 cm, e pelos aumentos das frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, ácidos fúlvicos ligados a soda, ácidos húmicos ligados a soda e a humina, na camada de 25-40cm; também foi observado que a cobertura com acículas de *Pinus*, beneficiou a matéria orgânica do solo, indicando que possivelmente ao longo do tempo, venha favorecer seu acúmulo.

1. INTRODUCAO

No Paraná, a fruticultura apesar de ser relativamente recente, é uma das áreas mais promissoras em importância e desenvolvimento futuro. Existem condições propícias para a fruticultura, onde poderão ser obtidos resultados vantajosos no campo sócio-econômico, desde que se apliquem técnicas adequadas.

Neste contexto, qualquer trabalho que se possa fazer visando uma maior produção, é de primordial relevância.

Entre as práticas culturais atualmente adotadas, vem adquirindo significativa importância, o uso de acículas de *Pinus spp*, utilizadas como cobertura morta e matéria orgânica. Técnica esta, favorecida pela disponibilidade de acículas em virtude da existência de grandes cultivos de *Pinus*.

O plantio do gênero *Pinus* é o mais difundido no Paraná, com 64% da área total de 784 mil hectares projetada para reflorestamento até 1980 (INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL⁵⁴).

Os plantios se concentram nas regiões bioclimáticas do centro-sul do Paraná e oeste do planalto de Guarapuava, e centro-sul e planalto norte do Paraná (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA-CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE

FLORESTAS³⁴).

Aproveitar as acículas como cobertura morta, significa tentar reduzir a evapotranspiração de locais com limitação de água, aumentando assim, a umidade do solo, sobretudo em períodos de estiagem, reduzir a erosão, eliminar plantas daninhas e principalmente, aumentar o nível de matéria orgânica, conseqüentemente a atividade biológica do solo.

Existem estudos que relatam as alterações da matéria orgânica que se referem geralmente à fertilidade do solo em nossas condições. Entre essas pesquisas, pode-se salientar os estudos realizados por PAULA SOUZA⁹⁴; DAROS²⁷, os quais mostram que sob floresta de *Pinus* ocorrem alterações significativas na fertilidade e no comportamento da matéria orgânica do solo.

Em 1987, KAHIL⁵⁹ demonstrou que ocorre aumento diferencial da matéria orgânica sob floresta de *Pinus*, principalmente das frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e a humina, indicando um efeito favorável referente ao acúmulo da matéria orgânica no solo sob floresta de *Pinus elliottii*. Neste estudo, KAHIL⁵⁹ descobriu também, a deposição de substâncias húmicas pelo sistema radicular do *Pinus elliottii* em profundidade de um metro, e superiores a um metro. Deposições estas, encontradas ao redor das raízes vivas formando regiões mais escuras do que as colorações normais. Observou ainda,

que essas deposições apareciam só nas raízes que tinham micorrizas. Demonstrou também, que o aumento de matéria orgânica verificado nas primeiras camadas dos perfis sob *Pinus*, deve-se provavelmente ao efeito da manta de acículas no solo associado a deposição em profundidade de substâncias húmicas pelo sistema radicular no florestamento de *Pinus*.

Estudos referentes ao comportamento da matéria orgânica em solos sob acículas de *Pinus*, tem sido escassos no Paraná, principalmente em áreas com cultivos de árvores frutíferas.

Entre as frutíferas de interêsse ao Paraná se situa a macieira.

Dispondo de uma área já instalada com o cultivo de macieira de seis anos de idade, e tendo em vista os trabalhos realizados por KAHIL⁵⁹, a presente pesquisa tem por objetivo estudar o efeito das acículas de *Pinus spp.*, como cobertura morta em relação ao manejo convencional na matéria orgânica do solo, de acordo com método de DABIN. Método este que consiste de uma análise quali-quantitativa das frações da matéria orgânica.

A obtenção desses parâmetros, será de grande importância para o entendimento do efeito das acículas de *Pinus* não só para a fruticultura, como para a agricultura em geral, já que hoje, está se tentando utilizar todos os produtos passíveis de transformação em matéria orgânica, isto é, todos os produtos naturais recicláveis, para tentar manter

permanentemente as substâncias húmicas no solo.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1. PRATICA DA COBERTURA DOS SOLOS

A diversificação das práticas culturais adotadas pode levar a grandes mudanças nas propriedades do solo, conseqüentemente no crescimento e no desenvolvimento das plantas. É importante que se conheçam as vantagens e desvantagens dos métodos alternativos das práticas culturais, que podem ser criadas ou aperfeiçoadas(THOMPSON¹²⁴).

Dentre essas práticas, destaca-se a cobertura dos solos, seja em forma de matéria orgânica como a palha, folhas e estrumes, ou em forma de qualquer outro material como o plástico, o papel, etc.

A cobertura do solo, é uma prática alternativa de conservar o solo, aplicando-se na sua superfície, materiais orgânicos ou não(CREAGER & KATCHUR²⁰), com a finalidade de protegê-lo contra a erosão(FARBROTHER & MANNING³⁸), proteger as culturas contra as pragas e doenças(HAWTHORNE⁵¹; CHALFANT et alii²²), evitando assim, causar injúrias químicas qualitativas e quantitativas na produção(GORSKE⁴⁷; HOPEN & OEBKER⁵³). Entre essas práticas, sobressai a alternativa ecológica(CREAGER & KATCHUR²⁰), na formação das substâncias

húmicas e na prevenção contra os produtos químicos mal utilizados(KULESZA⁸⁸; PAVLENKO⁹⁵; NIKOLOVA et alii⁸⁵).

Uma das formas de cobrir os solos e que vem se destacando na atualidade , é aquela feita com materiais orgânicos denominados cobertura morta. A cobertura morta que é feita com produtos recicláveis e decomponíveis, é uma massa vegetal(JORGE⁵⁸) que se coloca sobre a superfície do solo, com o objetivo de manter ou aumentar o nível de matéria orgânica(ALLISON⁴) e assim, promover alterações na população microbiana, aumentando a atividade biológica do solo(DOMERGUES & MANGENOT²⁹). Utiliza-se também para manter o solo permeável, reduzindo a tendência a formar crostas(THOMSON & TROEH¹²⁵), aumentar a infiltração da água, e reduzir a evapotranspiração, aumentando a umidade(TESKEY & WILSON¹²³; ROSS et alii¹⁰⁵; CASSERES²¹). A sua utilização pode visar ainda, a modificação do nível de nutrientes disponíveis no solo(ALLISON⁴).

O processo de aplicar uma camada de restos vegetais como cobertura morta na superfície do solo ao redor das árvores, tem sido usada há muito tempo em diversas partes do mundo(RUSSEL¹⁰⁷), e em diversos cultivos de árvores frutíferas e culturas tropicais com sistema radicular superficial(ALLISON⁴).

Hoje, a cobertura morta se utiliza em jardins e céspedes recém semeadas(THOMPSON¹²⁴), em cultivos com sistemas

convencionais, mínimos e diretos(OSAKI & CARVALHO^{90,91}; VIEIRA¹³⁶), pois qualquer que seja o sistema, todos necessitam de proteção da superfície do solo(BANDY & MUSGRAVE⁸).

2.1.1.COBERTURA MORTA, A UMIDADE E A TEMPERATURA DO SOLO

A maior parte dos cultivos se desenvolvem com precipitações naturais, ou seja, dependem do tempo atmosférico para o suprimento de água. O homem pode fazer pouco para modificar o clima, mas pode responder de diversas maneiras frente às mudanças do tempo(THOMPSON & TROEH¹²⁵), utilizando métodos adequados. Dentre estes, encontra-se a cobertura morta que pode evitar o excesso de evaporação da água(CASSERES²¹). A umidade conservada mediante a cobertura morta, é importante para as regiões de clima seco devido a grande interação entre a água do solo e a temperatura do ar atmosférico(THOMPSON & TROEH¹²⁵). Uma precipitação inferior ao normal pode produzir colheitas normais se a temperatura do ar permanecer também abaixo dos valores médios(THOMPSON & TROEH¹²⁵). Isto foi demonstrado por FARBROTHER & MANNING³⁸, quando pesquisavam o efeito da cobertura morta em uma zona

semi-árida com 590 mm de precipitação anual, sobre a captação de água pelo solo. Para o tratamento de solo capinado, obtiveram 377 mm de água perdida por escoamento e evaporação, para o solo nativo(pastagem) 288 mm, e para o solo com cobertura morta 28,6 mm. Para o tratamento de solo capinado, a água total retida foi de 206,6 mm. para o solo nativo, e para o solo com cobertura morta a água retida foi de 441,8 mm.

Estudos realizados por MORITA et alii⁸⁴, demonstraram, que nos solos sob cobertura morta, houve maior retenção de umidade, sendo bem menor na superfície do solo sem cobertura. Em solos com cobertura morta houve um abaixamento da temperatura máxima do solo durante o outono, de 1,5 °C aos 10 cm de profundidade e, durante a primavera de 3,5°C(GREWAL & SINGH⁴⁸). Esta redução da temperatura máxima aos 10 cm de profundidade, também foi observada por KHERA et alii⁸¹.

Pesquisando a evaporação da água devido a insolação direta(MARQUES et alii⁷⁷; BANDY & MUSGRAVE⁸), em plantios com cobertura morta em leguminosa plantada, palha enterrada, palha enterrada e leguminosa removida, palha enterrada e esterco de curral, observaram que as perdas de água registraram-se nos plantios com cobertura morta, palha enterrada, e nos que tiveram aplicação de estrumes(MARQUES et alii⁷⁷).

Também BRASIL SOBRINHO & MELO¹⁵, estudando a evaporação e a infiltração da água num solo cultivado com cafeeiro,

verificaram maior umidade no solo com cobertura morta que no solo desnudo. Essa maior umidade observada, provavelmente deve-se à maior infiltração e à menor evaporação no solo com cobertura morta. Observaram ainda, que a umidade do solo também acompanhava a curva das precipitações, porém o solo protegido com cobertura foi sempre mais úmido do que o solo limpo.

Trabalhando com alho, MENEZES SOBRINHO et alii⁸⁰ compararam parcelas com cobertura morta de 10 cm de hastes de arroz, com parcelas cultivadas em solo nú. Os plantios com cobertura morta tiveram um pequeno efeito na manutenção de um maior teor de umidade no solo, apresentando também, as menores temperaturas superficiais do solo, com tendências a se igualarem em profundidades maiores. Demonstraram ainda, haverem menores flutuações de temperatura no solo.

Estudando o efeito da cobertura na temperatura do solo AMADOR & VIVES⁸, compararam o plástico preto, o plástico transparente, palha seca(capim) e o solo nú, concluíram que a temperatura do solo aos 10 cm de profundidade foi maior nas parcelas cobertas com polietileno preto, seguido do transparente, e menor nos cobertos com palha, seguido de solo nú.

A quantidade de cobertura morta promove a maior ou menor quantidade de água no solo(FLAIG et alii⁴¹). O acréscimo gradativo da cobertura diminui a temperatura do solo(LAL⁷⁰).

Assim pois, BURROWS & LARSON¹⁹, demonstraram que quando a quantidade de cobertura morta é menor, maior é a quantidade de calor armazenada.

A temperatura e a umidade são um dos fatores imprescindíveis para a sobrevivência das plântulas durante e após a germinação, sobretudo, nos solos mineralizados como os do nordeste brasileiro (SONNENBERG¹¹⁸). Nestes casos, o aquecimento e o dessecamento da camada superficial do solo durante o dia, provocam em geral a morte dessas plântulas. Considerando esses fatores, SONNENBERG¹¹⁸ num experimento feito com o objetivo de observar o efeito da temperatura, umidade e tamanho da semente de cenoura concluiu que os tratamentos de cobertura com casca de arroz apresentaram maior sobrevivência das plântulas antes e após emergência, melhor desenvolvimento e maior peso médio das raízes.

Outros estudos feitos por SONNENBERG¹¹⁸ em parcela de solo nú com cobertura de plástico transparente em forma de túnel e com cobertura de grama batatais, demonstraram que a temperatura do ar está relacionada com o tipo de cobertura, assim como, a produção com a temperatura do ar que não se esfria à noite, pela influência da estufa no plantio com cobertura morta e túnel. Este foi o tratamento que apresentou maior produção precoce. Concluiu ainda, que a produção das cenouras relaciona-se com as variações térmicas do perfil, devido ao tipo de cobertura. Demonstrou assim, que o solo com

tratamento com cobertura morta em túnel teve menor amplitude térmica do perfil, proporcionando maior homogeneidade e produção, maiores valores médios de temperatura e precocidade na produção, seguidos da parcela com cobertura do solo com grama batatais sem túnel, e parcela sem ambas as coberturas.

A magnitude dos efeitos benéficos da cobertura morta em relação a melhoria da temperatura e da umidade, na produção, depende da quantidade e da qualidade dos resíduos orgânicos, diferindo conforme a região ser tropical ou temperada(LAL et alii⁷¹). Isto quer dizer que a cobertura morta deve ser empregada levando-se em conta o clima local(WIJK et alii¹⁴²), o produto e a natureza da planta em questão(KOEPP et alii⁸⁵).

1.2. A COBERTURA MORTA, O ESCORRIMENTO DA ÁGUA E A EROSAO

O escoamento da água é o maior agente de transporte das partículas minerais e orgânicas do solo(BERTONI & LOMBARDI NETO¹²). Este agente responsável pela maioria dessas perdas, é provocado quando há chuva, e a quantidade de água que chega ao solo por unidade de tempo, é superior ao que pode infiltrar-se no solo(THOMPSON & TROEH¹²⁵).

Como o impacto das gotas de chuvas sobre o solo desnudo tende a romper os agregados, é comum a utilização de algum tipo de cobertura ou resíduos vegetais sobre o solo, que podem ser manipulados de forma a oferecer uma boa proteção (BERTONI & LOMBARDI NETO¹²).

Quando o solo é cultivado descoberto, provoca condições favoráveis à erosão pela ação da água e do vento (MONDARDO & BISCAIA⁸³).

Uma das medidas de controle à erosão e à conservação do solo, é mantê-lo coberto o mais densamente possível e revolvê-lo o menos possível durante os períodos críticos da erosão (MONDARDO & BISCAIA⁸³; PEELE⁹⁸), afim de interceptar a queda das águas das chuvas (MEYER et alii⁸¹), e assim, diminuir a erosão (LATTANZI et alii⁷²; LAL et alii⁷¹).

A cobertura morta também tem sido usada para prevenir a formação da camada compactada (DULEY & KELLY³³), e quando utilizada em áreas maiores, para contribuir na diminuição das enchentes (FARBROTHER & MANNING³⁸).

Estimativas recentes indicam que se houvesse um correto manejo das práticas de cobertura, prevenindo o escoamento e consequente erosão, seria possível conservar uma média de 50 mm de água, das que se perdem no momento nos E.U.A. Esta quantidade de água conservada poderia aumentar o rendimento do milho nos E.U.A., tanto quanto a introdução de sementes híbridas que aumentou extraordinariamente as cifras de

produção americana(THOMPSON & TROEH¹²⁵).

2.1.3. A COBERTURA MORTA E AS PLANTAS DANINHAS

Nem sempre é fácil definir uma planta daninha. Vários são os conceitos emitidos. Segundo SHAW, citado por FISCHER⁴⁰, plantas daninhas são aquelas que nascem onde não são desejadas. Já FISCHER⁴⁰, dá duas definições: plantas daninhas são aquelas cujas vantagens não têm sido ainda descobertas, e outra, como sendo aquelas que interferem nos objetivos do homem, numa certa situação. Como também, pode-se considerar como sendo plantas que de alguma forma, prejudicam o desenvolvimento de uma cultura. Todos os conceitos se baseiam em sua indesejabilidade em relação a pessoa humana(SILVA¹¹⁸). Uma planta, seja ela nativa ou cultivada, pode ser considerada daninha, se estiver de algum modo interferindo negativamente numa determinada situação(SILVA¹¹⁸). Assim por exemplo, nas regiões tropicais úmidas, as plantas consideradas daninhas, tornam-se um dos maiores problemas. Conforme a região, é necessário quatro a oito capinas(KUTCHERA⁸⁹) para evitar que a cultura principal não morra. De uma maneira geral essas capinas ferem as

raízes, além de requererem muita mão de obra.

Como nem a capina, nem o herbicida conseguem solucionar o problema básico que é a desproteção do solo(BRESLER & KEMPER¹⁸), e o ferimento das raízes das plantas desejadas(KUTCHERA⁸⁹), atualmente iniciou-se um novo estudo, que se utiliza de práticas como a cobertura morta. Práticas estas que auxiliam na erradicação dos propágulos que são capazes de dar origem a uma nova planta(SILVA¹¹⁸), evitam o lixiviamento do solo e consequente a erosão(MONDARDO & BISCAIA⁸³), mantendo-o mais úmido(BRESLER & KEMPER¹⁸).

Há estudos feitos no cultivo do morango que relatam a comparação de tratamentos de solo capinado, solo coberto com polietileno e solo coberto com palha numa espessura de 7 a 10 cm. Os dois tratamentos que foram feitos com cobertura, eliminaram as plantas daninhas sem prejudicar a cultura(PAVLENKO⁹⁵).

Pesquisando o efeito de diversos tratamentos com cobertura nas culturas de alface, tais como polietileno preto, serragem e papelão tipo kraft, HOPEN & OEBKER⁵³, compararam com as parcelas do solo nú, e verificaram que a produção final dos tratamentos com cobertura foram superiores ao solo nú. Concluíram que provavelmente foi devido aos efeitos favoráveis na redução da competição pelas plantas daninhas, por pouparem mais umidade, e proporcionarem menos flutuação de temperatura.

Há ainda, outros trabalhos desenvolvidos como o do

tomateiro, para verificar a influência da cobertura morta no controle de plantas daninhas, como o demonstrado por MARTINEZ & NETTLES⁷⁸. Dentre os tratamentos de solo nú, coberto com polietileno preto e coberto com serragem de pinheiro, o tomateiro respondeu com maior e melhores produções naquelas parcelas que foram aplicados serragem de pinheiro, e também proporcionou o controle das plantas daninhas.

Comparando o efeito de diversos tratamentos no rendimento de laranjas(frutas) em kg/ha; limpo com herbicida, cobertura morta com capim gordura, adubação verde com mucuna e finalmente, o tratamento com duas lavras superficiais, GALLO & RODRIGUES⁴³, observaram que destes o melhor tratamento foi o de cobertura morta com capim gordura, no qual obteve uma média de colheita superior aos demais tratamentos.

Por essas e outras razões, hoje a cobertura morta é muito empregada em cultivos principalmente anuais, para oferecer melhores condições ao desenvolvimento das culturas, e melhor controle às plantas daninhas(ALLISON⁴).

2.1.4. A COBERTURA MORTA E A FERTILIDADE DO SOLO

Para se obter uma boa produção agrícola, o solo deve

conter uma elevada percentagem de nutrientes em forma assimilável às plantas, com ausência de sais tóxicos, e a acidez reduzida(OSAKI⁸⁹). Deve também levar em consideração a idade da planta, a espécie e a variedade, as condições ambientais favoráveis como a luz, umidade e calor, e o manejo, enfim, as práticas culturais aplicadas(WRIGLEY¹⁴³). Dentre essas práticas, pode-se citar a cobertura morta, que pode aumentar as colheitas até quase o dobro, mesmo em solos secos(WESSEL¹⁴¹). Isto pode ocorrer também, nos cultivos tradicionalmente sombreados como os do cacaueiro, e em condições tropicais onde são frequentes as chuvas e em consequência o lixiviamento dos nutrientes do solo(WESSEL¹⁴¹). Nestas condições a espécie de cobertura e a quantidade adequadas e devidamente manejada, podem proporcionar um contínuo e econômico suprimento, como é o caso do nitrogenio às plantas(CHANDLER²³).

Solos férteis mantém os nutrientes à disposição das plantas, apesar do aumento desses nutrientes não ser muito significativo enquanto não houver degradação. Por exemplo, no caso de cobertura com palha somente depois de iniciada a sua decomposição e o processo de humificação, é que são liberados os nutrientes nela contidos(ROBINSON & CHENERY¹⁰³). Entretanto, quando foi utilizado capim elefante como cobertura morta, foi constatado que, mesmo antes de sua decomposição total, ocorreu um aumento de potássio no solo(ROBINSON &

CHENERY¹⁰³).

A porção da cobertura que está em contato com o solo, é aquela que está mais sujeita à rápida decomposição. Os microorganismos envolvidos removem grande parte do nitrogênio disponível da superfície do solo(ALLISON⁴). Mas como a necessidade desses micro e macroorganismos decompositores da cobertura(matéria orgânica) são tão pequenos, dificilmente causarão a deficiência desse elemento(ALLISON⁴).

Em solos férteis a cobertura morta também pode aumentar o pH, o cálcio, o fósforo e o potássio disponível, o nível de carbono e a umidade, além de diminuir o alumínio trocável e o manganês tóxico(BUENDA & PURCINI¹⁷).

Em solos pobres, a cobertura morta não dispensa a adubação. Porém, em solo fértil ela pode manter os nutrientes disponíveis às plantas, desde que decomposta(ROBINSON & CHENERY¹⁰³).

A cobertura morta também pode aumentar a colheita, como o obtido no estudo de WESSEL¹⁴¹, com os cacaueiros. O efeito da cobertura morta com adubação de nitrogênio, fósforo e potássio na produção foi de aproximadamente 23-24%, no tratamento com cobertura morta sem adubo, que alcançou 19% de aumento, e a testemunha que não ultrapassou os 12% de produção.

Estudando o crescimento do milho com e sem cobertura, WIJK et alii¹⁴², constataram que os tratamentos com cobertura morta influíram no conteúdo do nitrogênio e do potássio para

as plantas durante o período de crescimento que provavelmente dependeram do solo e das condições climáticas.

Pesquisando o efeito da cobertura morta e de sulfato de amônio na concentração dos nutrientes do solo, SMITH¹¹⁷, constatou que em média de cinco anos a cobertura morta aumentou a disponibilidade dos nutrientes enriquecendo o solo através da palha decomposta. Observou ainda, que a saturação de bases é muito maior quando se usa o sulfato de amônio como fertilizante.

Através da análise foliar conduzida em diferentes épocas do ciclo das plantas de alho na presença e na ausência da cobertura morta no solo, NOVAIS et alii⁸⁸, observaram que a cobertura proporcionou um maior acúmulo de nitrogênio, fósforo e cálcio no folha das cultivares de alho. Verificaram ainda, que proporcionou uma significativa imobilização do nitrogênio disponível no solo, podendo ser corrigido com a aplicação de um adubo nitrogenado no plantio. Contudo, a maioria dos tratamentos com cobertura eram deficientes em nitrogênio e em fósforo, necessitando de aplicações de fertilizantes fosfatados e nitrogenados(GAVER & MUKHERJEE⁴⁴).

Comparando tratamentos com cobertura de mais ou menos 10 cm de hastes de plantas de arroz, com tratamentos cultivados a solo nú, no cultivo do alho, MENEZES SOBRINHO et alii⁸⁰, demonstraram que houve um maior teor de potássio no solo, nos tratamentos com cobertura. As folhas desse tratamento, também

apresentaram maiores conteúdos de nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio e menores teores de fósforo. A cobertura apresentou também significativa imobilização do nitrogênio disponível do solo após 100 dias do plantio. Com este trabalho, MENEZES SOBRINHO et alii⁸⁰ verificaram ainda, que a cobertura favoreceu a produção quando comparada aos tratamentos sem cobertura.

A cobertura morta, mantém os nutrientes existentes disponíveis, proporcionando o suprimento de nutrientes ao solo provenientes da matéria orgânica; pode manter o solo mais úmido favorecendo a dissolução dos nutrientes além de evitar o seu lixiviamento. Dessa forma proporciona as condições favoráveis para a obtenção de uma produção elevada(WESSEL¹⁴¹; CHANDLER²³; ROBINSON & CHENERY¹⁰³).

2.2. MATERIA ORGANICA DO SOLO

A matéria orgânica do solo constitui um componente importante da fertilidade do solo(MELLO et alii⁷⁹) por exercer múltiplos efeitos benéficos sobre as propriedades físicas, químicas e biológicas, consequentemente sobre sua fertilidade e sua produção(TURK¹²⁹; TURK & PARTRIDGE¹³⁰).

A matéria orgânica corresponde em geral, no mínimo a metade da capacidade de permuta de cátions do solo e é talvez mais responsável do que qualquer outro fator isolado, pela estabilidade dos agregados do solo. Além disso, fornece os componentes necessários à energia e ao crescimento dos microorganismos(BRADY¹⁴).

Entre as possíveis definições consideradas uma das mais simples e adequadas sobre a matéria orgânica, é aquela apresentada por JORGE⁵⁸, onde diz, que a matéria orgânica, são todos os materiais de origem vegetal ou animal que se encontram no solo, independentemente de seu estado de decomposição. Incluem-se pois, como fontes de matéria orgânica, as raízes, folhas, galhos e outros detritos vegetais, os corpos de vermes e outros animais e produtos diversos de origem vegetal ou animal, adicionados ao solo pelo homem, como o esterco, as tortas, os adubos verdes, etc. A matéria orgânica fresca do solo passa por diversas transformações, tornando-se um material amorfo, altamente decomposto, assumindo a fração coloidal. A este material, dá-se o nome de substâncias húmicas, e nesse estado de decomposição não se pode mais reconhecer a origem do material(JORGE⁵⁸). Portanto, raízes vivas, não constituem matéria orgânica, como também, o animal que vive em cima do solo. Assim pois, a matéria orgânica pode ser entendida como a parte orgânica do solo que tem um sistema complexo de

substâncias, que nada mais são do que compostos orgânicos que são submetidos à ação da degradação microbiana e da micro e meso fauna (ROVIRA¹⁰⁸). Este grande número de compostos orgânicos assim obtidos, são resultantes da decomposição do material original, da ressíntese microbiana, e de alterações químicas não enzimáticas do solo (ROVIRA¹⁰⁸). Também é determinada pela ação da pluviolixiviação e pela deposição direta feita pelo sistema radicular (ALEXANDER³).

O sistema radicular além de dar suporte às plantas, absorve água, desempenhando papel de grande importância na formação da matéria orgânica do solo, pela deposição de raízes mortas e liberação de exudatos, que são assimilados e metabolizados pelos microorganismos (ROVIRA¹⁰⁸; DOMERGUES & MANGENOT²⁹).

Os compostos orgânicos da matéria orgânica, foram classificados por KONONOVA⁸⁸ em dois grupos principais:

- para o primeiro grupo de substâncias são incluídos os componentes da decomposição de resíduos vegetais e animais, e produtos da ressíntese das células dos microorganismos. São compostos orgânicos nitrogenados e não nitrogenados pertencentes aos grupos conhecidos da química orgânica, e que em conjunto formam 10-15% do total da matéria orgânica do solo (KONONOVA⁸⁸);
- ao segundo grupo, incluem-se aquelas denominadas substâncias húmicas (KONONOVA⁸⁸), que nada mais são do

que a parte da matéria orgânica do solo mais solúvel em álcalis(STEELINK¹¹⁹) e que não pode ser envolvida com as substâncias do primeiro grupo, isto é, grupo específico da química orgânica devido a complexidade e variabilidade. Este grupo em solos minerais forma a grande parte da reserva total da matéria orgânica do solo, ou seja, 85-90%. Assim pois, quando se inclui ambos os grupos e os resíduos parcialmente decompostos, pode-se dizer que estas, é que formam a matéria orgânica do solo(KONONOVA⁸⁸).

De qualquer modo, pode-se observar que os materiais que se depositam no solo, constituem um produto altamente heterogêneo, além de serem diferentes na resistência à decomposição, isto é, alguns são prontamente atacados e decompostos pelos microorganismos. Outros, são altamente resistentes à decomposição(MELLO et al¹⁷⁹), variando portanto, conforme a natureza do material. Quando são muito resistentes, podem permanecer no solo por períodos de tempo que vão de algumas semanas a muitos anos(BURGUES & RAW¹⁸).

A decomposição da matéria orgânica depende ainda, do clima, dos microorganismos e do uso que se faz do solo.

Quando há pastagens perenes, mal manejadas, com queima anual, e a maior parte das raízes encontram-se nas profundidades de 3-4 cm, a acumulação da matéria orgânica é quase nula, e o húmus que se forma é ácido, isto é, composto

de ácidos fúlvicos(TAN et alii¹²²).

A matéria orgânica que não se decompõe rapidamente, é devido a sua cinética ser controlada por uma série de fatores bio-físico-químicos que dependem da natureza dos constituintes vegetais e dos organismos decompositores no processo(BASTARDO et alii¹⁰).

Embora importante, a matéria orgânica representa uma pequena fração do peso total dos solos minerais. Em solos arenosos pobres e em solos do deserto equivale a aproximadamente 1%.Em região de pradaria, a proporção é de 12% de matéria orgânica. Em solos orgânicos, o teor de matéria orgânica varia de 20 a 30% no mínimo, de acordo com a porcentagem menor ou maior de argila, e nos solos turfosos pode ser encontrada de 90 a 95%(FASSBENDER ³⁷). De um modo geral, os solos leves, arenosos, são mais pobres em matéria orgânica, que os solos argilosos(MELLO et alii⁷⁹).

A quantidade de matéria orgânica deixada no solo pelas culturas por exemplo de eucalipto, é da ordem de aproximadamente 15 t/ha/ano(PACIFICO⁹³).

O conteúdo da matéria orgânica no solo depende de diversos fatores como, condições climáticas(FASSBENDER³⁷), atividades químicas e biológicas(ALLISON⁴). Estes fatores exercem efeitos individuais e coletivos em graus variados. A mudança de um dos fatores pode causar mudanças marcantes nos demais fatores e, conseqüentemente na acumulação do carbono no

solo(RUSSEL¹⁰⁷). Em condições naturais, ocorrem mudanças marcantes na matéria orgânica, somente quando há grandes mudanças nas condições climáticas, afetando a natureza da vegetação(FASSBENDER³⁷).

A matéria orgânica do solo contém praticamente toda a reserva de nitrogênio para a nutrição das plantas, e uma elevada proporção de fósforo e enxofre(KONONOVA⁸⁸). Este conteúdo no solo não é fixo, é resultante das adições constantes de material fresco e em decomposição(RUSSEL¹⁰⁷), ou seja, depende primariamente da quantidade de resíduos animais e vegetais que o solo recebe por unidade de área e, o grau de decomposição desses materiais(ALLISON⁴). A taxa anual de adições de "litter" nos solos tropicais sob florestas são altas, alcançando aproximadamente 13 a 31,5 t/ha(ADAMS¹). A taxa de decomposição anual é mais ou menos igual a taxa de adição. Quando as florestas são cortadas e o solo passa a ser cultivado, a decomposição da matéria orgânica faz exceder a sua produção(AYANABA⁷). A matéria orgânica exerce também grande influência favorável nas condições físicas, químicas e biológicas do solo(DOMMERGUES & MANGENOT²⁹). Sua distribuição no solo depende principalmente do modo pela qual se aplica o material. Em solos de florestas por exemplo, a maior quantidade de matéria orgânica se encontra na superfície, porque a contribuição é maior nessa região, que na das raízes(MELLO et alii⁷⁹). Nesse caso, o teor de matéria

orgânica decresce bruscamente da camada superficial para a que está imediatamente abaixo. Contrariamente, em solos que suportam gramíneas, a contribuição das raízes é grande. Muitas dessas plantas tem sistema radicular profundo, e como elas apresentam ciclo relativamente curto, há uma contínua adição de restos orgânicos ao solo devido a morte das raízes e, conseqüentemente o teor de matéria orgânica decresce menos bruscamente com a profundidade. Em qualquer dos casos, contudo, há maior acúmulo de matéria orgânica nos terrenos mal drenados que nos bem drenados(MELLO et alii⁷⁹).

Estudos realizados por SING & RAMAN¹¹⁵, em plantações de *Pinus patula* demonstraram ocorrer acúmulo de matéria orgânica nos primeiros 20 cm de profundidade em povoamentos mais jovens.

Para OVINGTON⁹², em geral as acículas de coníferas tem alto teor de carbono e baixo de nitrogênio, isto é, relação C/N alta, que promove acúmulo de matéria orgânica na superfície. Valores mais elevados para o *Pinus* foram encontrados também por BARTH⁹, inclusive na superfície, evidenciando que o acúmulo tenha sido provavelmente devido a contínua transferência de matéria orgânica na superfície quando compararam com *Pinus* e *Eucalipto*. Segundo RIFFALDI et alii¹⁰², existe uma estreita correlação entre o nível, principalmente das substâncias húmicas do solo, e sua fertilidade. O declínio da matéria orgânica normalmente

ocorre após a introdução da agricultura, que extrai os nutrientes.

As essências florestais apresentam um comportamento diferente das culturas agrícolas uma vez que contribuem para o melhoramento das condições físicas e químicas do solo em que estão implantadas. Suas raízes atingindo maiores profundidades retiram das camadas inferiores do solo, elementos minerais que são posteriormente incorporados às camadas superiores do solo, formando a cada ano uma nova manta orgânica, a qual é transformada em substâncias húmicas por processos biológicos(ROCHA FILHO et alii¹⁰³).

A manta orgânica de um solo de floresta está sujeita a um grande número de fatores os quais, resultam na sua deconposição até uma conseqüente mineralização do material orgânico, e essa decomposição se torna mais rápida quando na manta predomina material foliar(CURLIM²⁴). Se a manta orgânica é rica em elementos minerais, ela poderá ser fonte de nutrientes para a vegetação que nela se desenvolve, estabelecendo uma ciclagem de nutrientes com a mata, solo e planta.

Estudando a matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes em florestas tropicais, NYE⁸⁷, estimou que 9000 kg de matéria orgânica é decomposta por acre/ano.

Em um estudo sobre o efeito da remoção do "litter" em florestas de *Pinus palustris*, McLEAD et alii⁷⁵, observaram que

houve uma diminuição do crescimento das árvores, concluindo que, essas reduções observadas, se devem ao rompimento do ciclo hidrológico e de macronutrientes, consequência dessa remoção.

2.2.1. EFEITOS DA MATERIA ORGANICA NAS PROPRIEDADES FISICAS, QUIMICAS E BIOLOGICAS DO SOLO

Devido as suas dimensões coloidais e pelo elevado conteúdo de grupos funcionais, a matéria orgânica é responsável pela maioria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo(SCHNITZER & POAST¹¹⁰; JORGE⁵⁸; MELLO et alii⁷⁹).

Segundo REISSMANN et alii¹⁰¹, as propriedades podem ser resultado da manta orgânica que se acumula sobre o solo como a que observaram em reflorestamentos homogêneos com espécies nativas e exóticas, nos quais havia alterações na quantidade e na qualidade da matéria orgânica acumulada em relação a mata nativa. Esta forma de acúmulo de certo modo seletivo, pode ser consequência da dinâmica das diferentes espécies, que a longo prazo, poderá afetar de modo distinto as propriedades do solo. Isto, devido a morfologia do húmus não se relacionar

somente à dinâmica da matéria orgânica em si, mas também, a densidade, a decomposição e a produtividade do povoamento, além das características do solo, e das características do clima local(REISSMANN et alii¹⁰¹).

Conforme OADES⁸⁸, as duas categorias de agregados, macro e micro, dependem da matéria orgânica para a estabilidade contra as forças de ruptura causadas pelo rápido umedecimento. A dispersão das partículas de argila dos microagregados é promovida pelos ácidos orgânicos complexantes que aumentam as cargas negativas nas argilas(PEIXOTO⁹⁸). A disposição das argilas nos microagregados é contrabalançada pela ação ligante dos polissacarídios, principalmente por bactérias, raízes das plantas e hifas de fungos(OADES⁸⁸).

O mecanismo da formação dos grânulos pela matéria orgânica não está bem esclarecido. Possivelmente os compostos orgânicos através de suas posições positivas ou negativas se ligam às partículas minerais pelas posições negativas ou positivas respectivamente(THOMPSON¹²⁴). A matéria orgânica serviria assim, de ponte ligando as partículas minerais e formando os grânulos. Também é possível que cátions possam fazer ponte entre as posições negativas de partículas minerais e orgânicas(THOMPSON¹²⁴). Os fungos também podem produzir agregados, unindo mecanicamente com seus micélios, às partículas minerais. As bactérias são eficientes apenas, se produzirem substâncias gomosas(SWABY & LADD¹²¹). A matéria

orgânica também promove certa granulação em solos arenosos, diminuindo a aeração excessiva(MELLO et alii⁷⁹). Além disto, por possuir baixa densidade em relação aos minerais do solo favorece a formação de grânulos reduzindo a densidade aparente do solo. Isto foi verificado por KIEHL et alii⁸², quando encontraram correlações significativas entre os teores de carbono e as densidades aparentes de solo com B latossólico e com B textural. Demonstraram também, que quanto mais elevada fôr a densidade aparente, mais compacto será o solo, menor será o seu grau de estruturação, menor sua porosidade e maiores serão as restrições para o crescimento das plantas.

A matéria orgânica eleva a capacidade de retenção da umidade de solo, propiciando a penetração da água em solos argilosos e diminuindo a camada compactada na superfície. Em solos arenosos a matéria orgânica promove a formação de grânulos aumentando a retenção da umidade nesses solos(MELLO et alii⁷⁹).

A reduzida plasticidade e coesão da matéria orgânica tem aspectos agrícolas importantes e favoráveis, principalmente em solos argilosos, diminuindo as características estruturais desfavoráveis, promovendo a formação de grânulos, reduzindo assim, também a aderência e tornando os solos mais fáceis de serem trabalhados sob o ponto de vista agrícola(MELLO et alii⁷⁹).

A quantidade dos componentes das substâncias húmicas

podem diferir segundo os níveis de pH(DURASOV & MARCHENKO³²) podendo ser encontrados teores mais elevados de ácidos fúlvicos em solos ácidos(SCHEFFER & PRZENEK¹¹³).

Para que o pH se encontre em níveis adequados à produção, a calagem vem de encontro como fonte de cálcio aos materiais húmicos e as argilas, ou na estimulação da fauna e da microflora do solo(OADES⁸⁸). Isto permitirá uma maior ou menor estabilidade dos agregados, dependendo das condições e tipos de material utilizados, teor de nutrientes no solo, atividade da rizosfera, manejo do solo(LYNCH⁷³; TIESSEN et alii¹²⁶; VEEN et alii¹³²; PEIXOTO⁹⁸; JAMET⁵⁷).

2.2.2. SUBSTÂNCIAS HUMICAS

Por muito tempo, imaginou-se que as substâncias húmicas se formavam de restos orgânicos, mas sem mostrar a sua estrutura. Passados muitos anos, descobriu-se que o que dava origem às substâncias húmicas eram principalmente as ligninas, e que por isso, a decomposição era mais difícil e mais lenta, conforme a ação dos fungos e dos actinomicetos, acumulando-se no solo(KOCK & STRMECKI⁸⁴).

O conceito mais frequentemente usado, tem sido o proposto por KONONOVA⁶⁸, para representar as várias substâncias húmicas como um sistema de polímeros que variam na sistemática e conteúdo de elementos, acidez, grau de polimerização e peso molecular.

Mas como definição das mais adequadas e bem aceitas às substâncias húmicas, é aquela definida por SCHNITZER¹⁰⁹, que diz serem as substâncias húmicas, escuras, ácidas, predominantemente aromáticas, hidrofílicas, quimicamente complexas, e finalmente, polieletrólíticas, cujos pesos moleculares se situam na faixa de algumas centenas até muitos milhares.

O processo de formação das substâncias húmicas foi estudado por diversos pesquisadores (FLAIG et alii⁴¹; KONONOVA⁶⁸; DABIN²⁸), mas nem todos os aspectos dessa formação foram justificados isoladamente.

Quanto a síntese de substâncias húmicas, FELBEK³⁹ cita quatro hipóteses para a sua formação:

- "hipótese de alterações das plantas - diz que os tecidos vegetais lignificados se alteram só superficialmente no solo para formar as substâncias húmicas". No primeiro estágio da humificação são formados ácidos húmicos e huminas de alto peso molecular. Em seguida, são decompostos em ácidos fúlvicos e, finalmente em CO₂ e H₂O.
- "hipótese de autólise de células - diz que as substâncias

húmicas são resultantes da autólise de células vegetais e de micro organismos pós-morte dando açúcares, aminoácidos, fenóis e outros compostos aromáticos, condensados e polimerizados com radicais livres". Nesta hipótese, a natureza das substâncias formadas é muito influenciada pela natureza e origem das plantas.

- "hipótese da polimerização química - diz que materiais de plantas, são degradados por microorganismos como fonte de energia e carbono. Os microorganismos sintetizam fenóis e aminoácidos que são secretados no ambiente onde se oxidam e se polimerizam em substâncias húmicas". Nesta hipótese postulada, a natureza e a origem da planta não tem efeitos nas substâncias húmicas que são formadas.

- "hipótese de síntese microbiana - diz que os microorganismos utilizam os tecidos vegetais como fonte de energia e carbono de alto peso molecular". Depois da morte dos microorganismos, essas substâncias representam o primeiro estágio de humificação no solo, seguido pela degradação extracelular para ácidos húmicos e fúlvicos, CO_2 e H_2O .

Sabe-se hoje, que os quatro processos podem ocorrer simultaneamente e só em algumas condições somente uma ou outra hipótese pode dominar.

Em recentes estudos, foi proposto um esquema por VARADACHARI et alii¹³¹, que tenta reunir as teorias em um

conceito novo sobre a formação das substâncias húmicas. Tentam explicar a formação das substâncias em diversas situações com o objetivo de esclarecer ou predizer a predominância relativa dos ácidos fúlvicos e dos ácidos húmicos em qualquer ambiente. Isto quer dizer que a lignina e os carboidratos, que são as principais fontes de carbono para os materiais orgânicos do solo, são quebrados primeiramente por enzimas extracelulares em unidades menores. As unidades menores que são solúveis, são absorvidas uma parte pelos materiais orgânicos do solo, a outra, convertem-se bioquimicamente em fenóis e/ou quinonas. Essas substâncias juntamente com as enzimas oxidantes são liberados para o ambiente quando se quebra a célula microbiana, consequência de sua morte ou extrusão.

Nesta fase, ocorre uma polimerização que é uma policondensação, que por sua vez, é um mecanismo de radical livre e que tem como núcleo os compostos aromáticos. Assim, VARADACHARI et alii¹³¹, tentaram explicar que somente os materiais orgânicos do solo são capazes de fazerem a utilização de fenóis, além de serem diretamente responsáveis pela síntese das substâncias húmicas.

As substâncias húmicas, representam o produto final relativamente estável, em que determinados resíduos de plantas e animais se transformam no processo de decomposição e síntese, além de igualmente catalizados pelos materiais

orgânicos do solo(PEIXOTO⁹⁸).

Devido as múltiplas características e de sua natureza heterogênea e complexa(TOLEDO¹²⁷), além de ser um grupo dinâmico de compostos, mudam constantemente com o tempo e com a conjuntura ambiental(PRAKASH & RASHID⁹⁹).

Em solos tropicais, nem sempre se acumulam substâncias húmicas devido a mobilização dos microorganismos(MOLINA⁸²; WAKSMAN¹³⁹), mas, poderá haver acúmulo de substâncias húmicas, só que em menor escala, desde que manejada racionalmente, sobretudo sem queimadas e com retorno de matéria orgânica no solo(HAUSMANN⁵⁰).

Devido às características químicas dos grupos funcionais das substâncias húmicas, as cargas superficiais dos materiais húmicos podem ser grandemente influenciados pelo pH fazendo contribuir significativamente na capacidade de troca catiônica dos solos, proporcionando-lhes uma alta capacidade de tamponamento(VERDADE¹³⁵).

Quando as substâncias húmicas se formam em pH acima de 5,6 poderá ser uma substância agregadora de grumos, mas quando se decompõem para fazer a sua síntese, as ligas orgânicas poderão se decompor entre as partículas do solo fazendo com que a estrutura biológica decaia(BAVER¹¹). Isto ocorre, porque os agregados maiores se desmancham, e o solo em consequência torna-se amorfo. Por isso, a diminuição das substâncias húmicas, pode provocar a perda de sua

produtividade(BAVER¹¹).

A simples avaliação do teor de carbono no solo, não poderá oferecer informações concretas sobre as propriedades físicas. Necessita-se de um conhecimento muito além, isto é, também das determinações da textura e estrutura, coloração, etc(KONONOVA⁸⁸).

2.2.2.1. FRACIONAMENTO DAS SUBSTÂNCIAS HUMICAS

De um modo geral, a matéria orgânica do solo pode ser caracterizada pelo teor de carbono orgânico e pela relação C/N que expressa o seu grau de decomposição(VOLKOFF & ANDRADE¹³⁷). As múltiplas substâncias orgânicas neorformadas a partir de materiais vegetais podem ser extraídas e as proporções relativas de cada uma delas podem ser avaliadas(VOLKOFF & ANDRADE¹³⁷). Este processo, consiste em separar a fração não humificada da fração denominada matéria orgânica leve, da fração humificada. Logo a seguir, extrair os ácidos fúlvicos e os ácidos húmicos, e dosar a fração humina que corresponde à matéria orgânica humificada dificilmente extraível(VOLKOFF et alii¹³⁸). Estas substâncias húmicas são divididas em três frações

principais(SCHNITZER¹⁰⁹):

- "ácidos fúlvicos - é a fração húmica obtida no instante em que o extrato alcalino é acidificado, ou seja, solúvel em álcalis diluído, e ácidos";

- "ácidos húmicos - é a fração húmica que é solúvel em álcalis diluídos, e que se precipitam na acidificação dos extratos alcalinos";

- "humina - é a fração húmica que não pode ser extraível do solo ou dos sedimentos através dos ácidos ou bases diluídas".

2.2.2.2. ACIDOS FULVICOS

Os ácidos fúlvicos também conhecidos como fulvatos, são resultantes da reação de um ácido com uma base, ou seja, resultantes da transformação relativamente rápida ao contato da fase mineral, dos precursores solúveis originados pelos detritos vegetais. Podem ser ácidos fenólicos e ácidos alifáticos que se organizam e se polimerizam mais ou menos rapidamente no solo, conforme as condições ecológicas locais e a atividade biológica global(DUCHAUF³¹). Assim sendo, pode-se dizer que grupos COOH e OH, contribuem na natureza

ácida dos ácidos fúlvicos, e que esses ácidos fúlvicos constituem-se em parte, de compostos fenólicos e ácidos benzeno carboxílicos unidos por pontes de hidrogênio formando estrutura polimerizadas de considerável estabilidade (SCHNITZER & KHAN¹¹¹).

Das substâncias húmicas, os ácidos fúlvicos são as mais importantes frações orgânicas em solos de podzol (KONONOVA⁸⁸; SCHNITZER & KHAN¹¹¹). Nestes solos, e sob coníferas, os ácidos fúlvicos foram encontrados em maior quantidade (KIMPE & MARTEL⁸³). É provável que o processo de podzolização acelerou-se devido ao produto acidificante, proveniente da decomposição das acículas de *Pinus spp* (PAULA SOUZA⁹⁴).

Os ácidos fúlvicos são móveis e hidrossolúveis e por isto, estes solos são fáceis de se empobrecerem devido ao lixiviamento e a percolação (JACQUIN & JUST⁵⁵). Este tipo de ácidos formam-se em solos alagadiços ou anaeróbicos que oferecem condições precárias para os microorganismos do solo, devido a altitudes acima de 1000 metros sobre o nível do mar e clima frio (MARQUES et alii⁷⁷; DUCHAUFOR & JACQUIN³⁰).

Estudos realizados na França por JACQUIN & JUST⁵⁵, demonstraram que os ácidos fúlvicos, produtos da deposição da matéria orgânica em solos sob coníferas, são muito móveis e se acumulam em horizontes profundos podendo migrar até o lençol freático, lixiviando solos bem drenados.

Pesquisando a influência do fator vegetação no processo

de humificação e no processo de evolução de um solo de bosque de *Quercus tozza* e de uma plantação de *Pinus silvestris*, desenvolvido sobre granito, VELASCO & ALBAREDA¹³³, observaram que o grau de humificação é consideravelmente maior no perfil sob *Quercus*, que no de *Pinus*. Já, a proporção de ácidos fúlvicos, foi mais elevada nas substâncias húmicas de coníferas, do que nas de *Quercus*. Verificaram também, que os produtos resultantes da mineralização das substâncias orgânicas nos bosques de coníferas, tendem a um carácter ácido com síntese de ácidos fúlvicos móveis não saturados. A idade dos resíduos tem influência, pois tecidos jovens ricos em cinzas, em nitrogênio e celulose, se decompõem mais rapidamente que tecidos velhos já lignificados e pobres em nitrogênio e em base.

Os ácidos fúlvicos em particular, as formas livres e móveis, predominam nas substâncias húmicas abaixo de florestas de coníferas (KOROTKOV⁸⁷).

Estudando os efeitos das coníferas na distribuição do carbono, ferro e óxidos de alumínio, comparação com a vegetação caduca, KIMPE & MARTEL⁸³, encontraram sob coníferas maior quantidade de ferro e alumínio. Os ácidos fúlvicos apareceram como fração mais importante, tendo em médio 52% do carbono, e mais de 90% do ferro e do alumínio envolvido nos complexos organometálicos.

Nos solos sob coníferas, segundo GONZALES et alii⁴⁸, há

um forte acúmulo de alumínio no horizonte superficial, o que está de acordo com a maior quantidade de alumínio neste solo, já que este elemento se comporta como um estabilizador de ácidos fúlvicos.

2.2.2.3. ACIDOS HUMICOS

O complexo molecular dos ácidos húmicos é constituído de moléculas de natureza polimérica sendo que a estrutura básica é formada por anéis aromáticos de di ou tri-hidroxifenol e outros grupos contendo radicais livres de OH e duplas ligações de quinonas(STEVENSON¹²⁰).

Alguns dos grupos cromofóricos são responsáveis pela cor cinza das substâncias húmicas. As estruturas mostram ainda, o nitrogênio como componente estrutural e, estes indicam a ocorrência de resíduos de carboidratos e proteínas(STEVENSON¹²⁰).

Os ácidos húmicos servem de ponte de ligação entre as partículas de argila(KELLERMANN & TSYURUPA⁶⁰). Não entram na estrutura da argila, mas ligam-se através das eletrovalências negativas, ocorrendo quando as argilas encontram-se cobertas por camadas de cátions positivos de 2 ou 3 eletrovalências

como por exemplo, o alumínio, o ferro, o cálcio e o magnésio(SANTORO & STOTZKI¹⁰⁸).

Os ácidos húmicos para terem efeito agregante necessitam de muito ferro e alumínio, tais como os oxissolos tropicais, isto é, solos de argilas vermelhas que fazem com que tenham uma agregação natural(SANTORO & STOTZKI¹⁰⁸). Os ácidos húmicos não só ligam as argilas, mas também são parcialmente adsorvidos por elas, formando o que chamamos de "complexo humo-argiloso", que por sua vez, tem uma boa estabilidade que raramente é destruída (HARDY⁴⁹).

Os ácidos húmicos diferem dos ácidos fúlvicos, pelo peso molecular mais alto que os ácidos fúlvicos, contendo menos oxigênio, mais carbono, e tem consideravelmente menos grupos funcionais ácidos, particularmente COOH(STEVENSON¹²⁰).

A quantidade de ácidos húmicos que uma planta pode suportar, depende da espécie(HERNANDO et alii⁵²). E o caso de locais de clima temperado principalmente em condições sub-úmidas, onde não é fácil encontrar estrume curtido ou composto, prejudica a produção, quando há excesso de húmus no solo(HERNANDO et alii⁵²).

Quando a concentração de nutrientes se torna 2 a 3 vezes maior que a comumente exigida pela planta, depois de uma adubação, a quantidade de ácidos húmicos necessários para uma produção máxima, aumenta, podendo duplicar ou triplicar essa quantidade(HERNANDO et alii⁵²). Neste caso, o húmus age como

um agente desintoxicante, principalmente quando tem uma quantidade suficiente de minerais em solução. Por isso, solos humosos suportam melhor as adubações químicas pesadas (BOGDANOVIC et alii¹³),

Comparando três tratamentos, capoeira jovem, floresta primária e, capoeira de 35 anos no Amazonas, MANNARINO et alii⁷⁶, observaram que os precursores dos ácidos húmicos sob florestas são imobilizados na matéria orgânica, rica em ácidos húmicos e o solo é impregnado por substâncias orgânicas fixadas na forma de ácidos fúlvicos livres e humina. Sob capoeira, logo abaixo da camada orgânica, o húmus do solo apresenta-se enriquecida em ácidos húmicos, mas pobre em ácidos fúlvicos livres e com acidez mais forte.

Os ácidos húmicos do estrume de curral, podem influir grandemente no aumento da microflora benéfica às raízes, como verificou DENARIE²⁸, quando pesquisava o efeito de pequenas aplicações de estrume no cultivo de ervilha. Observou ainda, que as plantas permaneceram sem o ataque de nematóides.

Estudos realizados em plantio direto e plantio convencional, num latossolo vermelho escuro, álico e de textura argilosa, OSAKI & CARVALHO⁹⁰, observaram que ocorrem diferenças no conteúdo da matéria orgânica entre o plantio direto e o convencional, demonstrando tendência de melhoria quantitativa das substâncias húmicas no plantio direto. Essas diferenças poderão vir a se transformar em números

significativos com o tempo, tendo em vista, que o espaço de tempo, de quatro anos do experimento, pode ser considerado como um tempo curto para modificações de grande vulto nas substâncias húmicas(OSAKI & CARVALHO^{90,91}). Os ácidos húmicos analisados sob *Pinus spp*, tem maior mobilidade, maior participação na alteração da fração mineral do solo, e a qualidade menos favorável como agentes formadores, quando comparados com as qualidades das florestas de *Faxinus*, *Ulmus* e *Quercus*(PEDRO⁹⁷).

As formas móveis dos ácidos húmicos, representam mais de 50% dos ácidos húmicos presentes nas florestas de coníferas(KOROTKOV⁸⁷).

As substâncias húmicas de *Pinus*, tem predominância nas frações solúveis, e o conteúdo de ácidos húmicos de síntese, é maior que o de ácidos húmicos menos polimerizados quando comparados com o humus de *Fagus spp*(PEDRO⁹⁷).

As substâncias húmicas das espécies de essências florestais, indicam valores mais elevados na fração ácidos húmicos muito polimerizados ligados aos colóides minerais, que as substâncias húmicas das espécies com pior humificação(ALBAREDA & VELASCO²).

Comparando solos de gramíneas e *Pinus*, ALMENDROS et alii⁵, observaram que a relação ácidos fúlvicos-ácidos húmicos, apresenta-se mais elevada no solo com tratamentos de gramíneas.

Outra observação, foi aquela verificada por JAMET⁵⁸ quando estudava a influência da introdução de florestas de Pinus, eucalipto e bambú, comparandos com uma savana, verificou que a relação ácidos fúlvicos-ácidos húmicos no Pinus, foi pobre no horizonte A, e ligeiramente superior ao observado na savana.

2.2.2.4. HUMINA

A humina é um conjunto complexo dificilmente extraível. É constituída de formas bastante variadas, resultantes da evolução direta de determinados compostos vegetais sem passar por uma fase solúvel de formas resultante de uma insolubilização muito rápida de certos compostos solúveis, e de formas provenientes de uma super evolução dos ácidos húmicos por maturação lenta em clima de estações contrastantes(DUCHAUF³¹).

Conforme STEVENSON¹²⁰, a fração humina consiste de uma mistura de ácidos húmicos intimamente ligados a matéria mineral sem poder ser separada, e de material altamente condensado com alto peso e conteúdo de carbono(60%) e insolúvel em álcali.

Estudos realizados por MANNARINO et alii⁷⁸, observaram que solos da Amazônia sob florestas, são impregnados por substâncias orgânicas fixadas principalmente na forma de ácidos fúlvicos livres e de humina. Também VOLKOFF & ANDRADE¹³⁷, verificaram que solos de florestas arbustivas e pradarias sob arenito, a matéria orgânica apresenta-se rica em ácidos fúlvicos e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato, mas pobre em humina, e quando sob gnaiss como substrato de pradaria, apresentam menos ácidos fúlvicos e maior porcentagem de humina. Para estes casos foram muito importantes o clima e a vegetação, para formação das diferentes frações da matéria orgânica do solo.

Estudos realizados em povoamentos com *Pinus spp*, VELASCO & MINGO¹³⁴, observaram que ocorre uma mudança no processo de humificação, encontrando uma escassa proporção da matéria orgânica do solo. Por sua vez, em solos onde a vegetação de *Quercus* foi substituída por *Pinus*, apresentaram quantidades da fração humina ligeiramente superior (GONZALES et alii¹⁴⁸).

Comparando solos sob gramíneas e sob *Pinus*, ALMENDROS et alii⁵, verificaram que a fração humina se apresenta maior no *Pinus*. Assim também KAHIL⁵⁹, estudando o efeito de *Pinus* na matéria orgânica do solo, demonstrou que havia quantidades mais elevadas da fração humina no *Pinus*, em relação ao campo nativo.

Através do fracionamento da matéria orgânica, VOLKOFF et

alii¹³⁸, verificaram que os perfis sob granito como material de origem, com vegetação de floresta arbustiva com dominância de pradaria, o húmus que se formou era facilmente extraível e rico em ácidos fúlvicos, húmicos e pobre em humina. O perfil que se encontrava sob substrato de gnaiss com pradaria típica, tinha menos ácidos fúlvicos e mais humina, e os ácidos húmicos se concentravam todos no horizonte A.

Repovoando artificialmente com *Pinus pinaster* e substituindo florestas de *Quercus*, VELASCO & MINGO¹³⁴, concluíram que os processos de formação bio-físico-químicos apenas transpassam os primeiros estágios da formação de compostos fúlvicos e húmicos, provocando um desaparecimento praticamente total da humina microbiana, na floresta de *Pinus*.

Pesquisando uma área de campo nativo e outra com *Pinus elliotii*, KAHIL⁵⁹, demonstrou que ocorre um aumento diferencial da matéria orgânica sob floresta de *Pinus elliotii*, principalmente das frações ácidos húmicos ligados à soda e humina, e ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, demonstrando que o aumento ocorrido, provavelmente se deve a liberação de exudatos liberados pelas raízes do *Pinus*, contribuindo dessa forma, no aumento da matéria orgânica em profundidade.

Sistemas de cultivo praticados em regiões onde se realiza uma ocupação de solo limitado em um ciclo curto, frequentemente são utilizadas as práticas de queima dos

resíduos na superfície do solo. O fogo tem por consequência fazer desaparecer a capa de folhas e fazer variar a taxa de carbono total no horizonte superficial quando da policondensação das substâncias húmicas, durante o primeiro e o segundo ano que se seguem à queima(TURENE¹²⁸). A taxa de ácidos húmicos e da humina ficam reduzidas acompanhando uma diminuição da relação C/N, e um aumento dos ácidos fúlvicos. Essa prática é comum em algumas regiões para eliminar o acúmulo da camada de acículas de coníferas(SCHNITZER¹⁰⁹).

3. MATERIAL E METODOS

3.1. AREA EXPERIMENTAL

O módulo experimental do presente trabalho foi desenvolvido no município de Araucária no Estado do Paraná, na Rodovia Curitiba-Araucária, Br 476, à margem esquerda, entre as coordenadas 25°34 sul de latitude, 49°25' de longitude oeste, e altitude de 930 metros. Encontra-se no primeiro planalto do Paraná(MAACK⁷⁴), sendo o clima subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos e geadas severas e frequentes, sem a estação seca(FUNDAÇÃO IAPAR⁴²). A média do mes mais quente é menor que 22°C e do mes mais frio menor que 18°C. A precipitação pluviométrica média anual, é de 1300-1400 mm e a umidade relativa média anual, é de 80-85%(FUNDAÇÃO IAPAR⁴²).

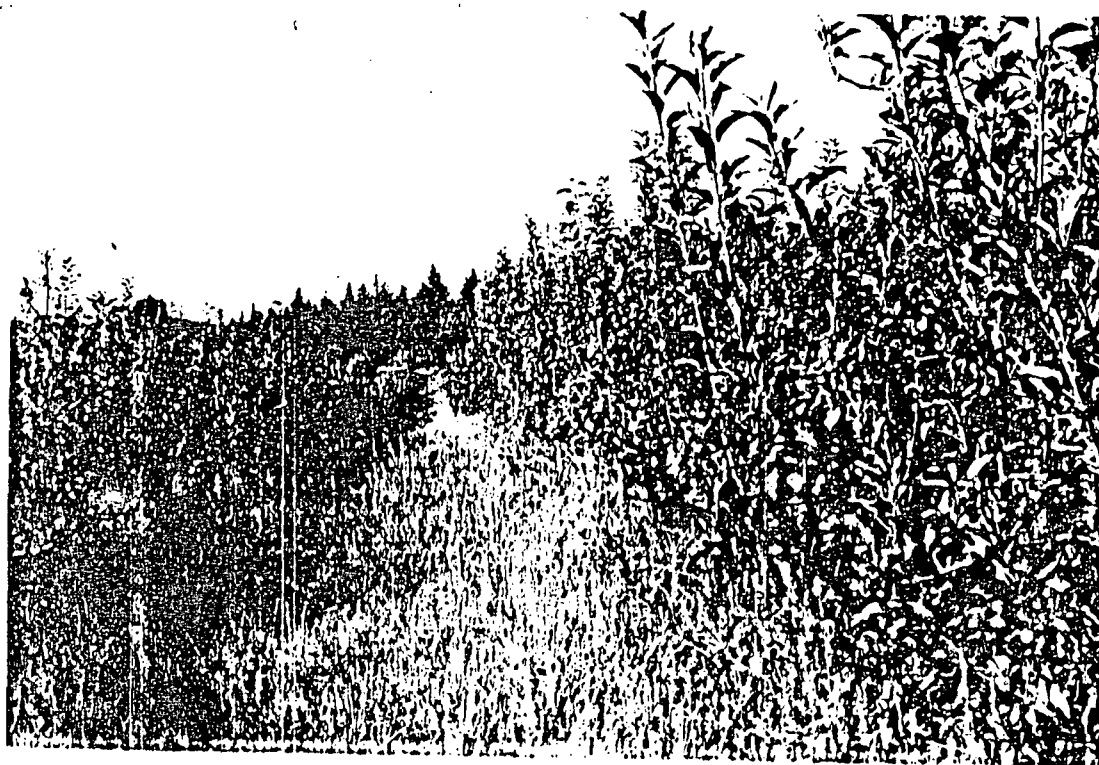
Essa área pertence a era proterozóica do grupo complexo pré-setuva com rochas principais de migmatitos bandados, gnaisses fitados, gnaisses oclares, quartzitos e magnetita(SECRETARIA DA INDUSTRIA E COMERCIO-MINEROPAR¹¹³).

O solo da área é bem drenado e, classifica-se como latossolo vermelho amarelo álico relevo suavemente ondulado(EMBRAPA³⁶).

O ensaio experimental foi desenvolvido em plantios de macieira(*Malus domestica*Borkh), variedade Fuji, com seis anos de idade, com espaçamento entre plantas de 1,25m e entre linhas de 4,0m, em dois sistemas de tratamentos: convencional e com cobertura morta de acículas de Pinus, aplicados logo em seguida ao plantio.

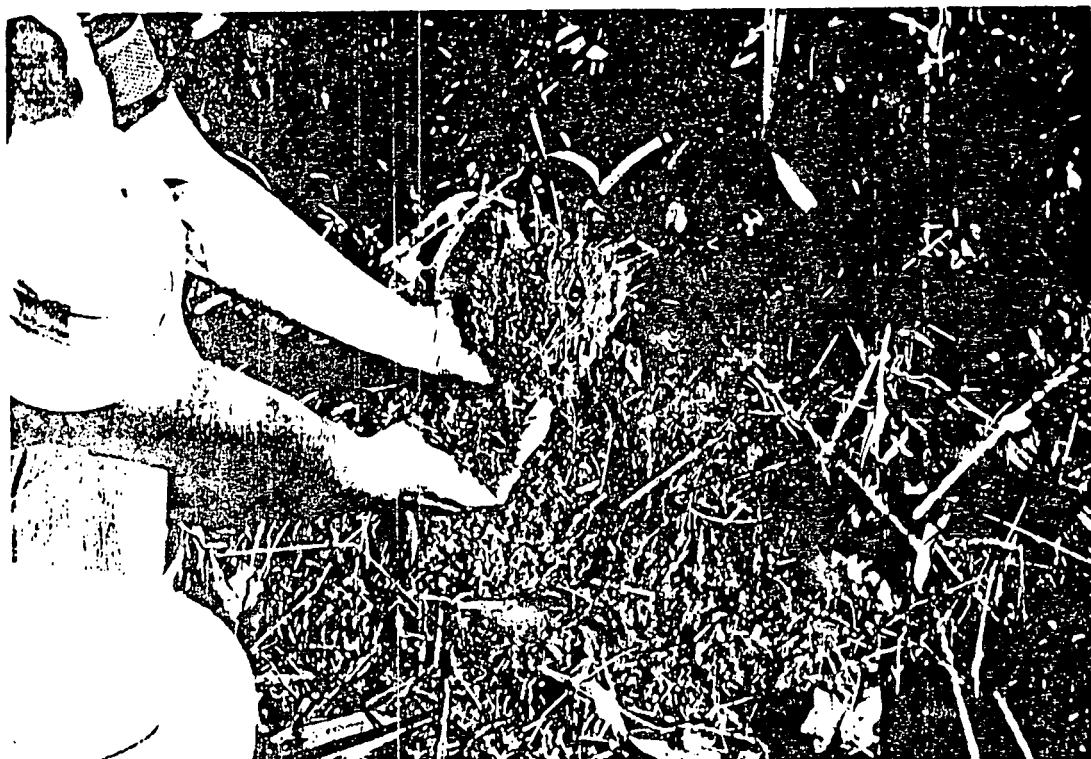
Três meses antes do plantio foi feita uma aplicação de calcáreo dolomítico na dosagem de 5 t/ha, repetindo-se aplicações com dosagens inferiores (3-4 t/ha) a cada dois anos. No plantio foi utilizado 500-600 gramas de nitrocálcio(27%de N) e super fosfato simples(19% de P₂O₅).

1. VISTA PARCIAL DA ÁREA EXPERIMENTAL



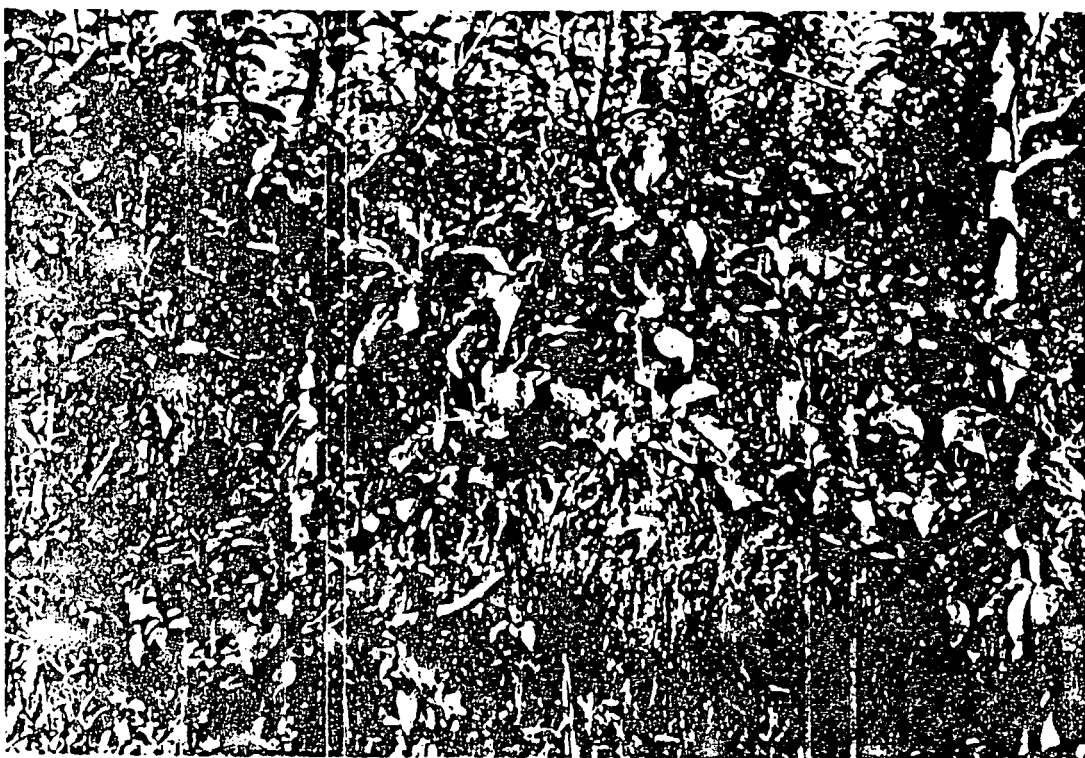
2.





4 PLANTIO CONVENCIONAL





6. PLANTIO COM COBERTURA MORTA



7.PERFIL DO SOLO SOB PLANTIO COM
COBERTURA MORTA



8.PERFIL DO SOLO SOB PLAN-
TIO CONVENCIONAL



2. AMOSTRAGENS

As amostras foram coletadas em agosto de 1985, em 3 perfis sob plantio convencional e 3 sob plantio com cobertura morta, e em 5 profundidades, isto é, 0-3cm, 3-6cm, 6-15cm, 15-25cm, 25-40cm de profundidade. As amostras até a camada de 6-15cm foram retiradas com faca; as camadas de 15-25cm foram retiradas com facão e pá; e a camada de 25-40cm foram retiradas com facão, martelo e pá. As amostras retiradas foram acondicionadas em sacos plásticos após terem sido secadas ao ar e tamizadas em peneiras de malha de 2mm. Cada amostra foi quarteada, observando-se os cuidados necessários com os materiais utilizados, evitando-se possíveis contaminações entre amostras.

As amostras para análise da biomassa radicular foram coletadas em fevereiro de 1987, na mesma área, em 3 perfis sob plantio convencional e 3 sob plantio com cobertura morta, nas mesmas profundidades em que se coletou as amostras destinadas a análise da matéria orgânica. As amostras foram todas retiradas com faca e facão e analisadas em laboratório.

3.3. PROCEDIMENTOS ANALITICOS

3.3.1. ANALISE FISICA

O solo foi analisado no laboratório de Física do Solo, do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

A análise granulométrica foi determinada pelo método da pipeta, utilizando-se hidróxido de sódio 0,1N(NaOH) como dispersante, segundo metodologia da EMBRAPA³⁵.

3.3.2. DETERMINACAO QUIMICA DO SOLO

Determinadas pelo Laboratório de Química do Solo do Departamento de Solos do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

3.3.2.1. DETERMINACAO DO pH

Determinado com CaCl_2 0,01 M na relação solo-água de 1:2,5 utilizando o eletrodo de vidro de nitrato de prata, e medido em potenciômetro da marca Metron Herisam-Meter E 3508(EMBRAPA³⁵).

3.3.2.2. DETERMINACAO DO ALUMINIO TROCAVEL

Determinado por alcalimetria e acidimetria, titulando-se com solução 0,025 N de NaOH e como extrator, KCl N 1:10(EMBRAPA³⁵).

3.3.2.3. DETERMINACAO DE FOSFORO

Determinado por colorimetria utilizando-se reagente de molibdato de amônio(EMBRAPA³⁵).

3.3.2.4. DETERMINACAO DO POTASSIO

Determinado fotometricamente, segundo metodologia preconizada pela EMBRAPA³⁵, em fotômetro de chama NK-2000 DIGIMED utilizando extrator de Mehlich 1:10.

3.3.2.5. DETERMINACAO DE CALCIO

Determinado colorimetricamente, de acôrdo com VAN RAIJ et alii¹⁰⁰).

3.3.2.6. DETERMINACAO DO HIDROGENIO+ALUMINIO

Determinado potenciometricamente pela soluçao tampao SMP(VAN RAIJ et al¹¹⁰⁰).

3.3.2.7. DETERMINACAO DO CALCIO+MAGNESIO

Determinado pelo método complexométrico através do emprego de EDTA(EMBRAPA³⁵).

3.4. DETERMINACAO DA MATERIA ORGANICA

A matéria orgânica do solo foi fracionada segundo o método de DABIN²⁵. As diferentes frações obtidas através dessa metodologia(FIGURA 2) foram avaliadas quantitativamente por meio de dosagem do carbono de cada repetição conforme método de WALKLEY & BLACK¹⁴⁰ modificado.

Para a determinação do carbono da matéria orgânica leve e da humina, seguiu-se a metodologia modificada, usando-se para isto, o bicromato de potássio a 8%. Deixou-se em

ebulição por uma hora, através do "banho maria". Para a dosagem do carbono nas extrações das demais frações obtidas pelo método de DABIN²⁵, utilizou-se o bicromato de potássio a 2% em "banho maria" em ebulição por 30 minutos. Todas as amostras foram determinadas através de titulação por solução de Mohr a 2N.

Para cada conjunto de amostra, foram utilizadas simultaneamente provas em branco e padrões EDTA de 12mg e 6mg, sendo as amostras analisadas em duas repetições.

A matéria orgânica leve foi obtida por flotação dos restos orgânicos durante a obtenção da fração hidrossolúvel, quando a amostra foi lavada com água, e durante a obtenção da fração ácidos fúlvicos livres, quando a amostra foi lavada com ácido fosfórico 2M, sendo que nestas duas operações, a matéria orgânica leve fica retida em lâ de vidro.

O resíduo restante após a extração das frações acima referidas, foi a seguir lavado com pirofosfato e soda, obtendo-se as frações pirofosfato e fração soda, respectivamente. A fração pirofosfato foi utilizada para separar os ácidos fúlvicos e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato. Da fração soda resultou por separação os ácidos fúlvicos ligados a soda e os ácidos húmicos ligados a soda. O resíduo resultante das lavagens acima, denomina-se humina.

O carbono total foi analisado em amostra separada por titulação seguindo a mesma metodologia utilizada para a

determinação das frações matéria orgânica leve e fração humina.

3.5. DETERMINACAO DA BIOMASSA RADICULAR

A biomassa radicular foi analisada segundo o método modificado de SCHURURMAN & GOEDEWAAGEN¹¹² utilizando-se a água como dispersante da argila ao invés do pirofósforo de sódio.

Cada amostra coletada, foi lavada em água corrente até a total dispersão da argila, obtendo-se apenas raízes que foram retidas em peneira de malha de 2 mm de diâmetro, e as demais, menores que 2 mm que ficaram retidas em recipientes grandes, e posteriormente recolhidas por flotação.

Cada amostra assim obtida, foi secada em estufa a 40 °C até obtenção de peso constante.

3.6. ANALISE ESTATISTICA

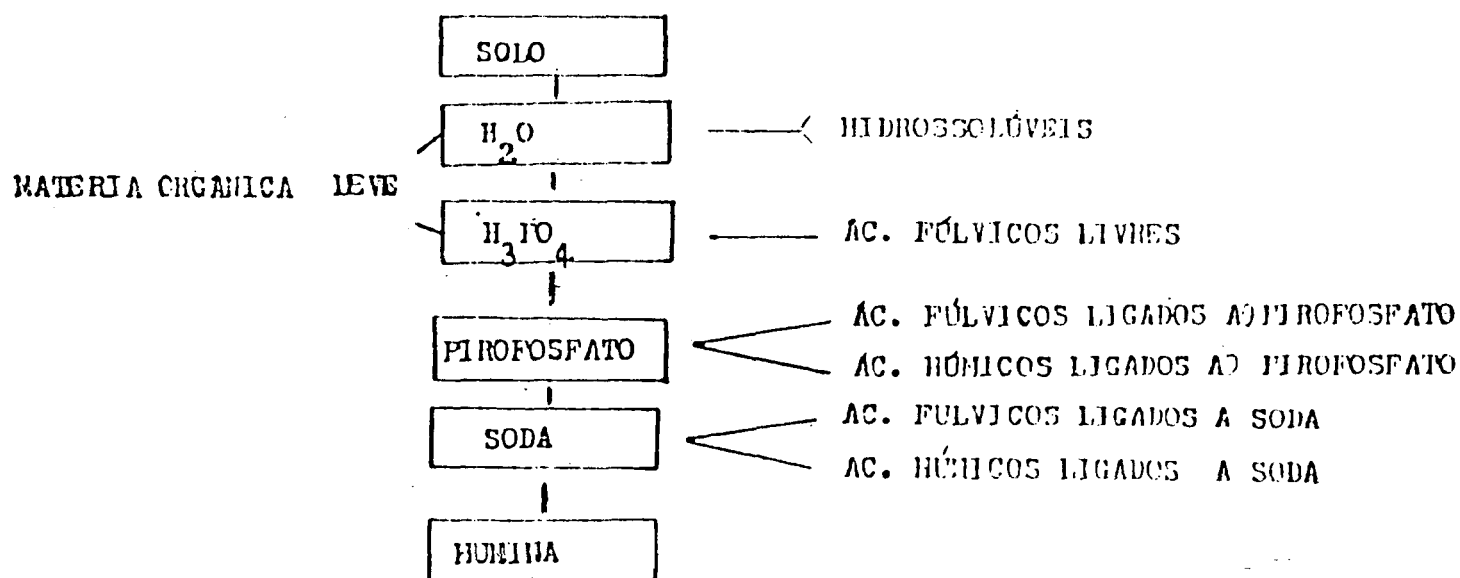
Os dados foram analisados no Laboratório de

Estatística da UFPR, instalado no Setor de Ciências Agrárias e computados num DEC-10 do Centro de Computação Eletrônica da UFPR, instalado no Centro Politécnico da UFPR.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, e seis repetições.

Inicialmente, foi feita a análise da variância(ANOVA) com o objetivo de se detectar a existência de diferenças significativas entre médias dos resultados para o carbono nas diferentes frações da matéria orgânica. Essas médias entre dois locais, isto é, do plantio convencional e do plantio com cobertura morta, foram consideradas parcelas, e as cinco profundidades como sendo as sub-parcelas. As médias entre os locais foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade(GOMES⁴⁵).

FIGURA 2 FLUXOGRAMA RESUMIDO DO FRACIONAMENTO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO



4. RESULTADOS E DISCUSSAO

4.1. ANALISE FISICA

A análise granulométrica dos perfis analisados (TABELA 1) demonstrou que não ocorrem diferenças significativas entre as médias das porcentagens das frações entre os plantios convencional e plantio com cobertura morta, indicando que não houve efeito marcante da cobertura morta de acículas de pinus na granulometria do solo sob esse plantio.

TABELA 1 ANALISE GRANULOMETRICA DOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp.*

Profundidade (cm)	Areia(%)		Silte(%)		Argila(%)	
	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.
0-3	46,40	44,10	10,3	12,5	43,30	43,30
3-6	44,30	41,60	9,1	8,4	46,60	50,0
6-15	42,30	42,0	9,4	11,40	48,3	46,6
15-25	43,50	43,10	6,50	5,3	50,0	51,6
25-40	42,40	39,20	9,3	12,5	48,3	48,3

4.2. ANALISE QUIMICA

4.2.1. pH (POTENCIAL DE HIDROGENIO)

Os resultados obtidos para a análise de pH sob o plantio convencional e com cobertura morta, demonstraram que o pH não teve diferença marcante (TABELA 2) entre os dois tipos de tratamentos, mantendo em ambos os casos pH moderadamente ácidos, que provavelmente tornaram-se moderados devido às calagens de correção e manutenção do solo, feitas durante o período de seu crescimento, já que as aplicações de calcário foram feitas a cada dois anos.

4.2.2. CALCIO E MAGNESIO

O teor de cálcio e magnésio, foi elevado com exceção da última camada, isto é, de 25-40 cm de profundidade para o caso do plantio convencional.

Para o plantio com cobertura morta, os valores expressam teores muito além dos níveis normais, com exceção da última camada, isto é, 25-40 cm de profundidade (TABELA 2).

TABELA 2 ANÁLISE QUÍMICA DOS PERFIS SOB PLANTIO
CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA
DE ACICULAS DE *Pinus spp.*

Profund. (cm)	pH(CaCl ₂)		Alumínio		H+Al		Cálcio		Magnésio		Potássio		Fosforo	
	Con.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.	Conv.	C.M.
0-3	6,3	6,1	0,0	0,0	2,8	3,4	6,5	7,1	3,0	3,9	0,40	0,32	0,47	26,0
3-6	5,9	6,0	0,0	0,0	3,1	3,1	6,3	6,5	2,9	3,2	0,50	0,35	30,0	26,3
6-15	5,7	6,0	0,0	0,0	3,5	4,4	4,7	5,9	3,0	6,5	0,30	0,23	19,6	24,6
15-25	5,8	5,7	0,0	0,0	3,7	2,7	5,6	5,3	3,4	3,1	0,26	0,18	21,8	20,6
25-40	5,0	5,5	0,3	0,0	3,2	2,8	2,6	4,2	2,2	3,0	0,15	0,10	4,5	8,3

4.2.3. ALUMÍNIO (AL⁺³)

Não se observou teores de alumínio nos plantios convencional e com cobertura morta, com exceção da camada de 25-40 cm de profundidade no plantio convencional, valor este, que não atinge a faixa de toxidez às plantas(TABELA 2)

4.2.4. POTASSIO

Os teores de potássio, foram altos nas primeiras camadas, diminuindo nas camadas seguintes até profundidade de 25-40 cm nos dois tratamentos(TABELA 2).

4.2.5. FOSFORO

Comparando os dois sistemas, convencional e com cobertura morta, pode-se observar que o plantio com cobertura morta, não demonstrou grandes variações ao longo do perfil analisado, com exceção da última camada que diminuiu violentamente, não ocorrendo o mesmo com o tratamento convencional, onde se observou grandes variações nos teores, entre as camadas(TABELA 2).

4.3. CARBONO TOTAL NO SOLO

Na primeira camada de 0-3 cm de profundidade, a curva dos perfis do plantio convencional(FIGURA 3) revela teores de carbono em torno de 28,90 mg C/g de solo, diminuindo a seguir, nas camadas até 25-40 cm. Decréscimo este, mais

acentuado até a camada de 6-15 cm, onde os teores se apresentam com decréscimos mais reduzidos até a camada de 25-40 cm com 16,86 mg C/g de solo, em relação ao decréscimo observado entre as camadas de 0-3 cm até 6-15 cm de profundidade.

Por sua vez, a distribuição dos teores de carbono do plantio com cobertura morta (FIGURA 3), apresentou na profundidade de 0-3 cm, teores de carbono de 30,12 mg C/g de solo, superiores aos constatados nas profundidades seguintes, ocorrendo uma acentuada diminuição dos teores nas camadas de 3-6 cm até a profundidade de 6-15 cm com 24,27 mg C/g de solo, respectivamente. A partir desta profundidade, a diminuição se tornou menos acentuada até a profundidade de 25-40 cm com 18,83 mg C/g de solo.

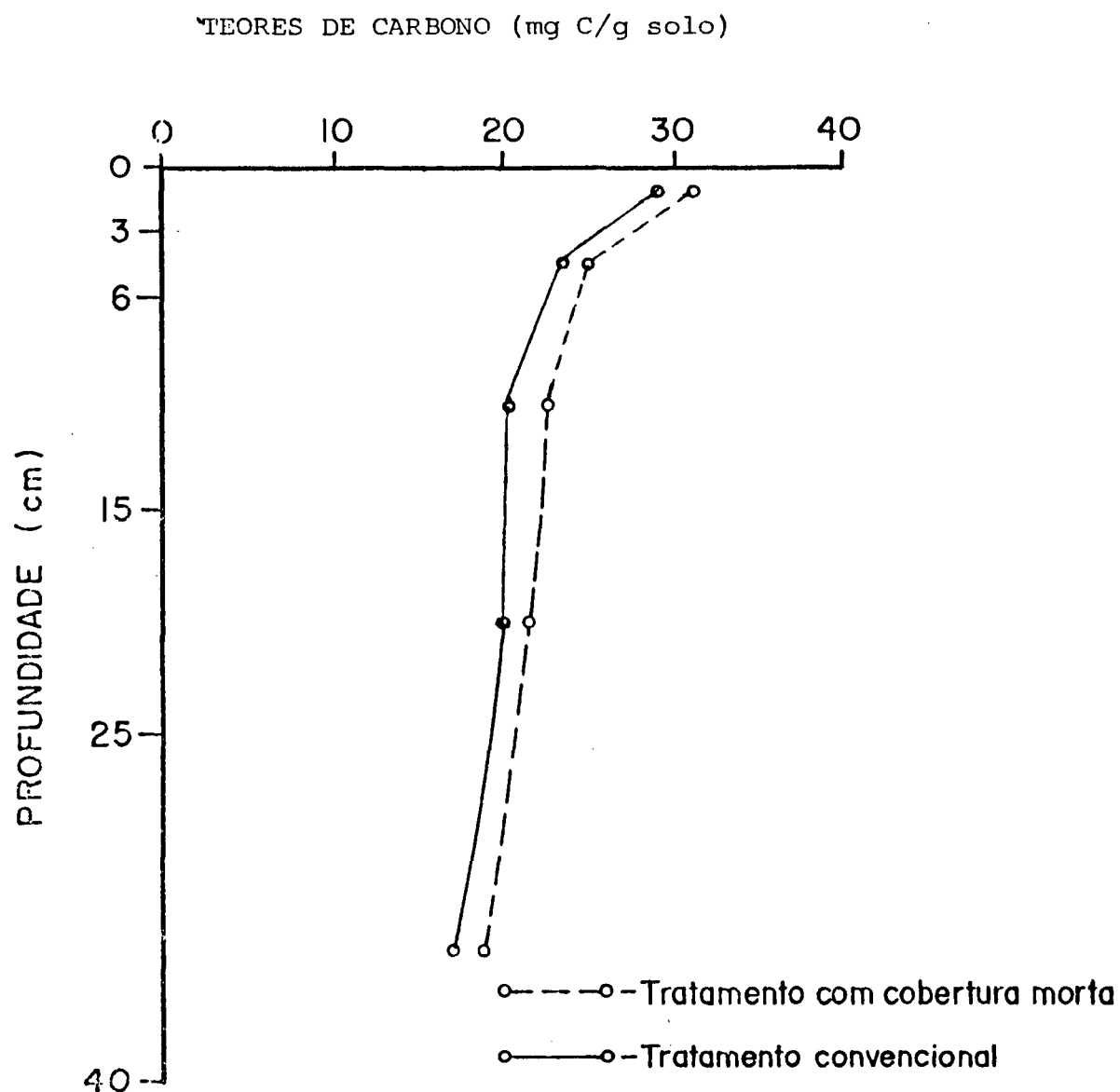
Comparando-se as duas curvas, plantio convencional e plantio com cobertura morta, pode-se observar teores mais elevados em todas as profundidades no plantio com cobertura morta, acompanhando o mesmo comportamento de distribuição dos teores de carbono ao longo da curva referente aos perfis do plantio convencional.

Quando comparados os dois tratamentos, plantio convencional e plantio com cobertura morta, foi possível constatar diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey (TABELA 10) nas camadas de 6-15 cm e de 25-40 cm de profundidade. Isto demonstra que

pode estar havendo mudanças no conteúdo da matéria orgânica do solo no cultivo da macieira com cobertura morta de acículas de Pinus em relação aos observados no plantio convencional. Mudanças essas que mostram possíveis tendências para aumentar a matéria orgânica do solo com o decorrer do tempo.

Os resultados obtidos concordam com as observações feitas por ALLISON⁴; JORGE⁵⁸; CREAGER & KATCHUR²⁰, quando encontraram valores mais elevados de matéria orgânica para solos com cobertura morta.

FIGURA 3 TEORES MEDIOS DE CARBONO TOTAL DO SOLO NOS PEREIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4. FRACIONAMENTO DA MATERIA ORGANICA

A metodologia utilizada em nossas condições, demonstrou uma reprodutibilidade bastante confiável na recuperação do carbono total, em torno de 90% a 120%, situando-se perto dos limites superiores dos teores citados por KONONOVA⁸⁶.

4.4.1. DIFERENTES FRACOES DA MATERIA ORGANICA DO SOLO

As diferentes frações da matéria orgânica do solo são a seguir analisadas.

4.4.1.1. FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE

No plantio convencional, a curva de distribuição referente a fração matéria orgânica leve(Figura 4) revela

teores de carbono bastante elevados na primeira camada que vai de 0-3 cm de profundidade (0,43 mg C/g de solo) em relação as camadas seguintes.

Na camada de 3-6 cm, pode-se verificar que ocorre uma acentuada redução dos teores de carbono com aproximadamente 0,25 mg C/g de solo, diminuindo gradativamente até a camada de 15-25 cm de profundidade, para 0,07 mg C/g de solo, onde os teores se estabilizam em torno de 0,6 mg C/g de solo na camada de 25-40 cm.

Para os perfis do plantio com cobertura morta, verifica-se uma curva de distribuição onde os teores de carbono se apresentam com valores maiores na primeira camada em torno de 0,26 mg C/g de solo, diminuindo na camada seguinte de 3-6 cm para 0,23 mg C/g de solo. Nas camadas seguintes até a profundidade de 25-40 cm, os teores não se alteram permanecendo praticamente constantes.

Quando se compara as duas curvas, é importante notar que ocorrem valores mais elevados na primeira camada em relação as demais profundidades nos dois plantios, convencional e com cobertura morta, sendo no entanto, maiores no plantio convencional nessa primeira camada, diferença essa, estatisticamente significativa a 5% de probabilidade. Nas demais camadas a partir de 3-6 cm, os teores de carbono se tornam mais elevados para o plantio com cobertura morta, apresentando significância estatística nas camadas de 15-25

cm e 25-40 cm de profundidade, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade(TABELA 11).

Os resultados dos teores de carbono mais elevados da matéria orgânica leve a partir da camada de 3-6 cm, conferem com os obtidos por KAHIL⁵⁸, principalmente nas camadas de 6-15 cm até 25-40 cm de profundidade, onde o efeito foi semelhante. Os resultados obtidos podem estar relacionados com o sistema radicular(FIGURA 30 e 31) que apresenta um pico em quantidade de raízes nas camadas de 15-25 cm de profundidade, no plantio com cobertura morta.

Através da curva de distribuição do carbono na fração matéria orgânica leve(FIGURA 5), considerando-se os teores relativos, apresentaram as seguintes características para o plantio convencional: na camada de 0-3 cm ocorrem valores mais elevados em relação as demais profundidades, em torno de 1,48%, diminuindo em seguida para 1,05%. A queda continuou, chegando a 0,37% na camada de 15-25 cm de profundidade, permanecendo constante na última camada.

A curva referente aos teores relativos para os perfis de plantio com cobertura morta, aumentou da primeira para a segunda camada, passando de 0,86% para 0,95% respectivamente, continuando a crescer até última camada quando encontrou teores relativos em torno de 1,18%.

Comparando-se as duas curvas observa-se que ocorrem teores mais elevados na primeira camada nos perfis do plantio

convencional, sendo a diferença entre esses dois tratamentos, estatisticamente significativa nessa camada. A partir da camada de 3-6 cm de profundidade onde os teores relativos se equivalem nos dois tratamentos, ocorre uma inversão da curva, apresentando teores relativos mais elevados para o plantio com cobertura morta, com significância estatística a 5% de probabilidade(TABELA 12) nas camadas de 15-25 cm de profundidade.

As diferenças observadas principalmente a partir da camada de 6-15 cm, podem estar relacionadas com o sistema radicular das macieiras sob o tratamento com cobertura morta(FIGURA 30 e 31) que se encontra mais desenvolvido que no convencional, contribuindo assim, para uma quantidade mais elevada de raízes. Isto resulta no aumento dos teores de carbono encontrados na fração matéria orgânica leve(FIGURA 5) no plantio com cobertura morta.

FIGURA 4 TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

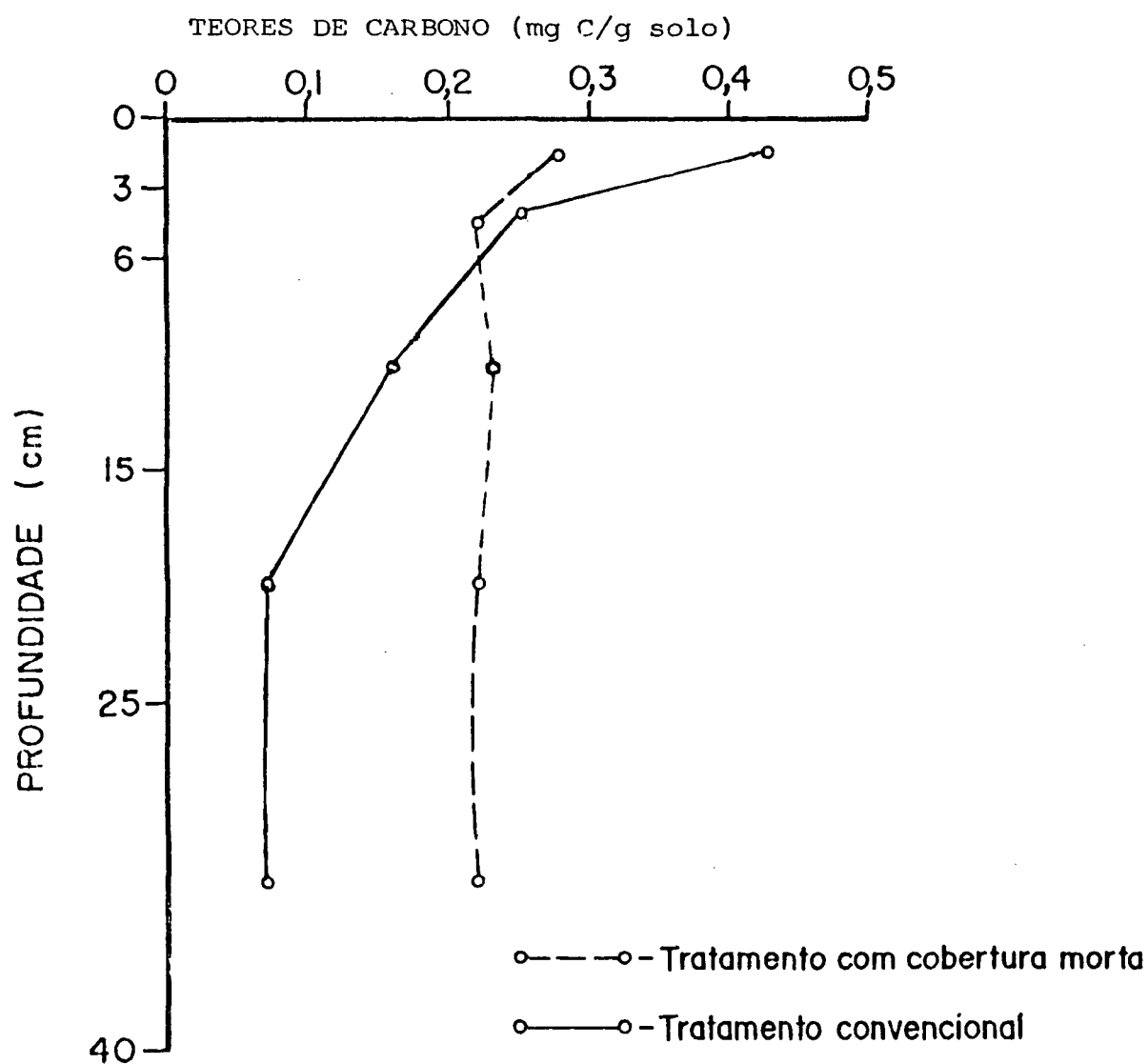
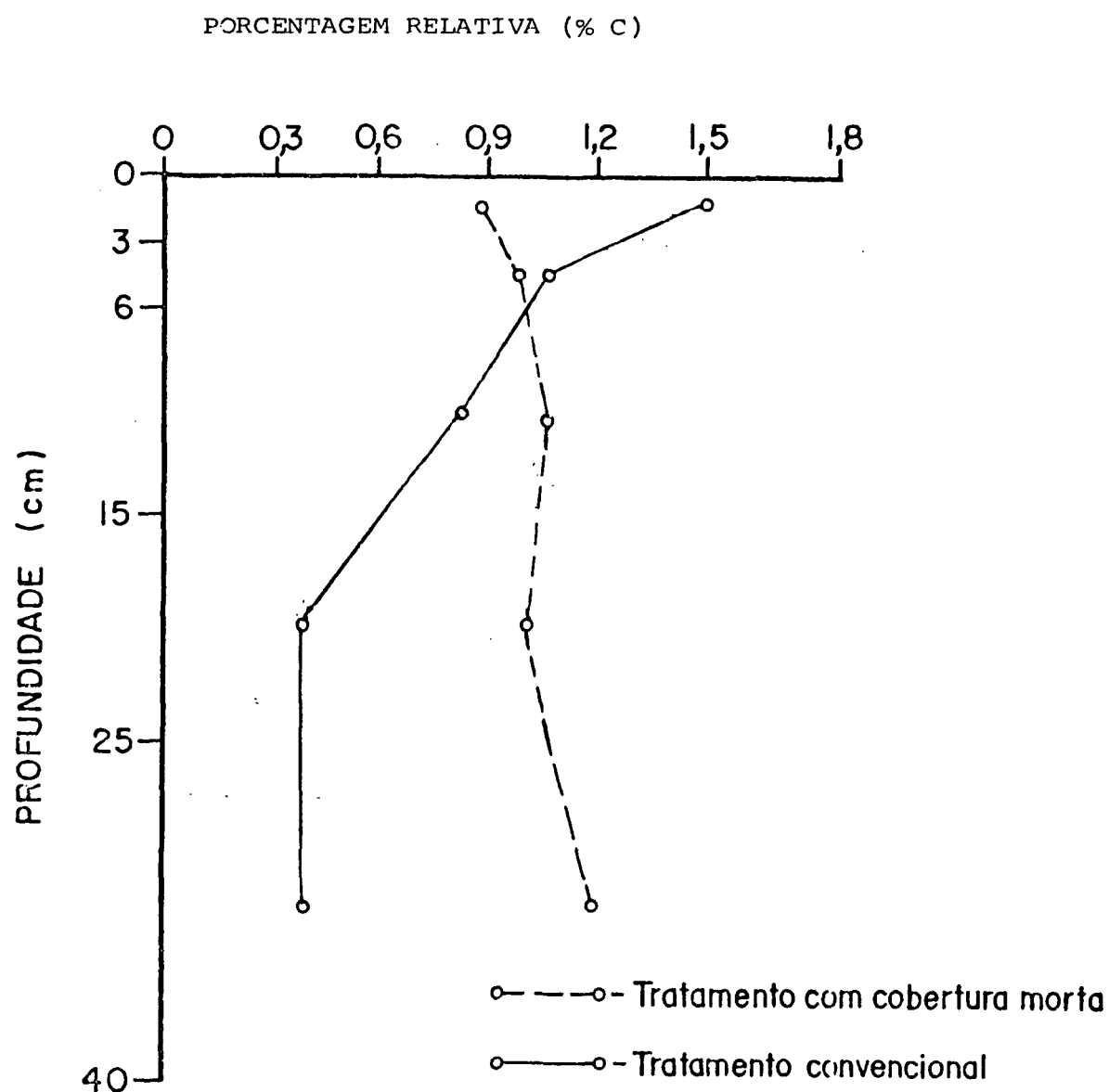


FIGURA 5 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE NOS PEREIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.2 FRACAO HIDROSSOLUVEL

Para a fração hidrossolúvel(FIGURA 6), observa-se uma curva de distribuição dos teores de carbono no plantio convencional com as seguintes características: ocorre uma redução acentuada dos teores de carbono da primeira camada de 0-3 cm com 0,45 mg de C/g de solo, até a camada de 6-15 cm, com teores em torno de 0,27 mg de C/g de solo, estabilizando-se na camada seguinte de 15-25 cm, onde novamente ocorre uma queda dos teores de carbono, passando para 0,16 mg C/g de solo na camada de 25-40 cm de profundidade.

A curva de distribuição referente aos teores de carbono para os perfis do tratamento com cobertura morta, mostra um aumento dos teores da camada de 0-3 cm com 0,33 mg de C/g de solo, para 0,41 mg de C/g de solo na camada de 6-15 cm. Nas camadas seguintes, ocorre uma diminuição brusca até a profundidade de 25-40cm para aproximadamente 0,22 mg de C/g de solo.

É importante comparar as duas curvas, observando os teores de carbono da primeira camada que são mais elevados no plantio convencional que no plantio com cobertura morta. Esta diferença entre os tratamentos, é significativa

estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade(TABELA 13). Outrossim, pode-se notar que na camada de 6-15 cm ocorre uma inversão da curva demonstrando teores mais elevados para o plantio com cobertura morta, formando um pico estatisticamente significativo.

Nas demais camadas os teores se equivalem nos dois tratamentos.

Os teores relativos da fração hidrossolúvel(FIGURA 7) demonstraram que para perfis do tratamento convencional, houve um decréscimo acentuado da primeira camada para a segunda, diminuindo de 1,55% para 1,41% respectivamente. Na camada seguinte, de 6-15 cm, o decréscimo é menos acentuado passando para 1,34%, permanecendo a seguir, praticamente sem alterações e diminuindo novamente na última camada.

Ao contrário , para os perfis de plantio com cobertura morta, houve um acréscimo da camada de 0-3 cm com 1,08% para 1,84% na camada de 6-15 cm. Na camada seguinte ocorre uma diminuição acentuada para 1,12%, permanecendo constante até a última camada.

Na primeira camada de 0-3 cm quando se compara as duas curvas, isto é, do plantio convencional e do plantio com cobertura morta, constata-se teores mais elevados para o plantio convencional, com diferença estatística significativa entre os dois plantios. Na camada de 3-6 cm os teores se equivalem, e a camada seguinte apresenta teores relativos

maiores para o plantio com cobertura morta, sendo estatisticamente significativos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (TABELA 14), ocorrendo novamente na camada de 15-25 cm inversão da curva, com teores relativos maiores para o tratamento convencional. Invertem-se para a última camada, quando se apresenta a curva com valores a favor do plantio com cobertura morta, sendo essas duas últimas camadas sem diferença estatística.

É importante observar que, os valores obtidos para a fração hidrossolúvel, inferiores no tratamento com cobertura morta, e na primeira camada em relação a segunda, de 3-6 cm de profundidade, podem ser devido a pluviolixiviados provenientes da camada de acículas de *Pinus* depositadas na superfície do solo, que se acumulam nessa faixa de 3-6 cm a 6-15 cm, possivelmente devido a metabolização mais lenta em comparação com a primeira camada.

No solo sem cobertura, isto é, convencional, esse fenômeno é reduzido possivelmente devido a menor atividade microbiana resultante das condições de falta de água ou por influência da rizosfera das plantas daninhas que são muito ativas até a profundidade de 6 cm. (FIGURA 30 e 31).

FIGURA 6 TEORES MEDIOS DE CARBONO NA FRACAO HIDROSSOLUVEL NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

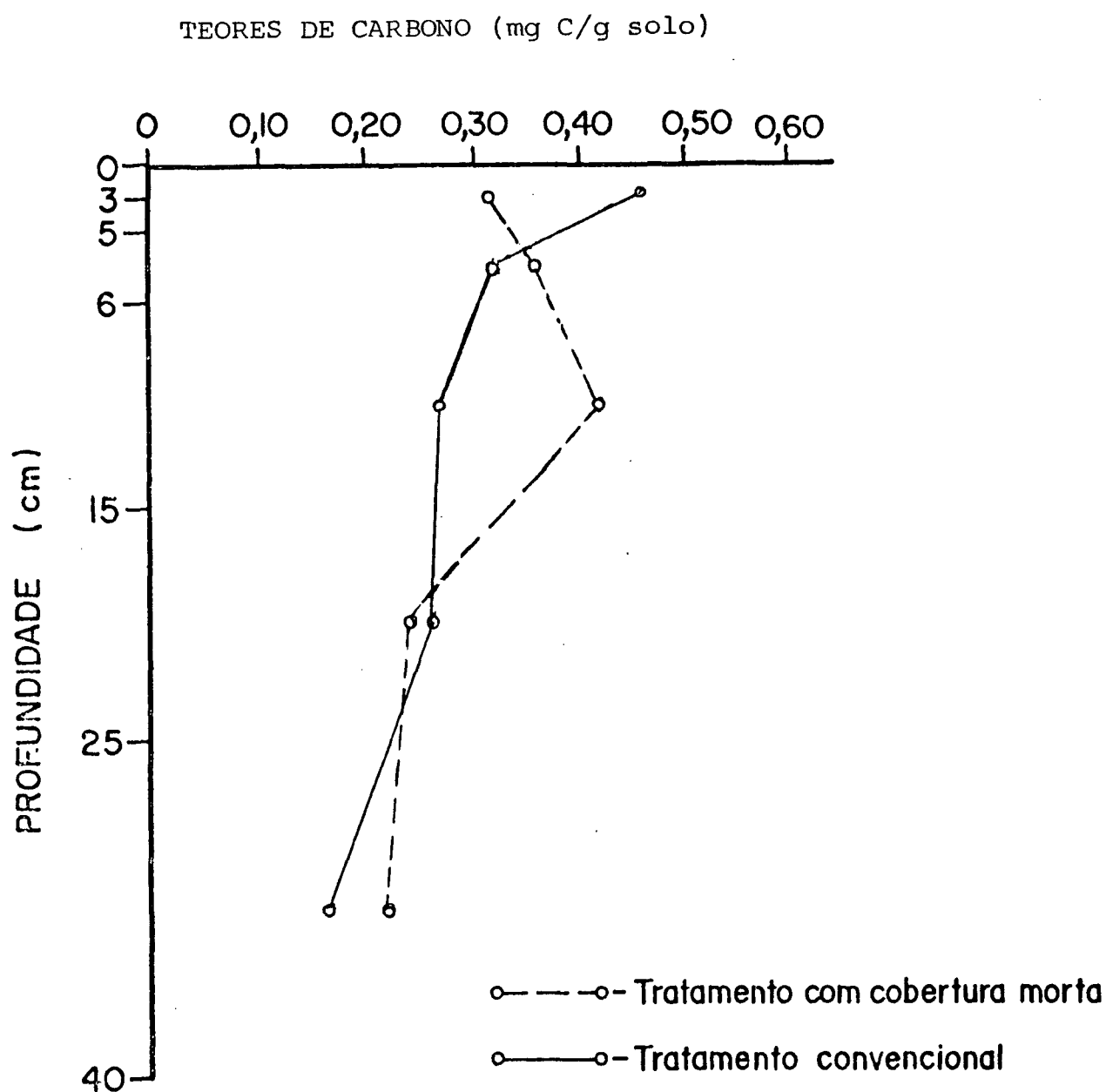
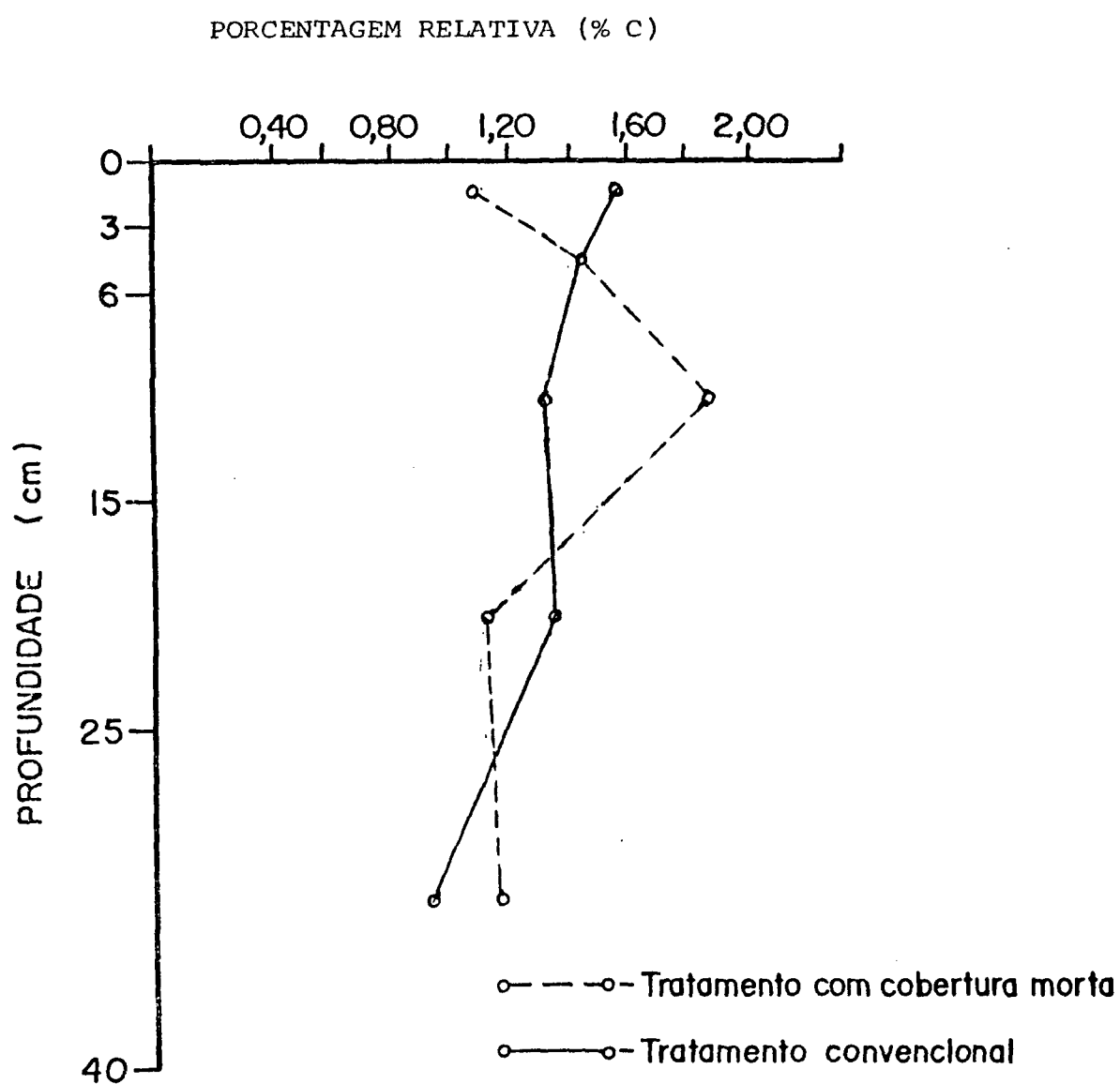


FIGURA 7 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO
HIDROSSOLUVEL NOS PERFIS SOB PLANTIO
CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA
MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO
DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.3 FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES

Para os perfis analisados sob plantio convencional observa-se que a curva referente aos teores de carbono da fração ácidos fúlvicos livres (Figura 8) nas camadas de 0-3 cm até 6-15 cm permanecem praticamente constantes, variando de 4,92 mg C/g de solo a 4,85 mg C/g de solo nessas camadas. Na camada de 15-25 cm ocorre uma diminuição dos teores, aumentando levemente para 4,79 mg C/g de solo na camada seguinte.

No plantio com cobertura morta, pode-se notar uma curva com as seguintes características: da primeira para a segunda camada ocorre uma leve diminuição de 5,07 mg C/g de solo para 4,73 mg C/g de solo, aumentando a seguir na camada de 6-15 cm para 5,17 mg C/g de solo e diminuindo novamente nas camadas seguintes.

Os resultados acima descritos, discordam parcialmente com diversos autores como JACQUIM & JUST⁵⁵; VELASCO & ALBAREDA¹³³; KOROTKOV⁸⁷, que encontraram teores mais elevados desta fração em solos sob acículas de Pinus.

Neste experimento, os resultados referentes ao aumento

dessa fração no plantio com cobertura morta de acículas, apresentaram apenas tendências a aumentos.

Comparando-se os dois tratamentos, convencional e com cobertura morta (FIGURA 8), pode-se observar que ocorrem pequenas diferenças até a profundidade de 40 cm, que apesar de não apresentarem significância estatística (TABELA 15), diferenças essas a favor do plantio com cobertura morta, a partir da camada de 6-15 cm, indicam que houve uma tendência a aumentos nessa fração.

Em teores relativos, observa-se que a fração ácidos fúlvicos livres (FIGURA 9) do plantio convencional apresenta valores que aumentam gradativamente da primeira camada de 0-3 cm com 17,02% até a camada de 6-15 cm com 23,64%. A seguir os teores relativos decrescem levemente para 21,31%, aumentando na última camada para 28,61%.

Para o plantio com cobertura morta e plantio convencional os valores foram semelhantes nas duas primeiras camadas com 17,10% e 19,74% aumentando a seguir, para 23,80% e permanecendo constante até 15-25 cm de profundidade. Na última camada houve um acréscimo para 26,52%.

Analisando-se as duas curvas pode-se observar que os valores relativos se equivalem nos dois tratamentos na primeira camada, diferindo levemente na camada de 3-6 cm, e a partir dessa, os valores se equivalem nos dois tratamentos.

Pode-se notar que praticamente em todo o perfil, os

valores de percentagem relativa, se equivalem e, apenas na camada de 3-6cm ocorrem valores mais elevados para o plantio convencional que, embora a diferença não tenha sido estatisticamente significativa(TABELA 16), parece promover tendências a aumentos dessa fração no plantio convencional.

FIGURA 8 · TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

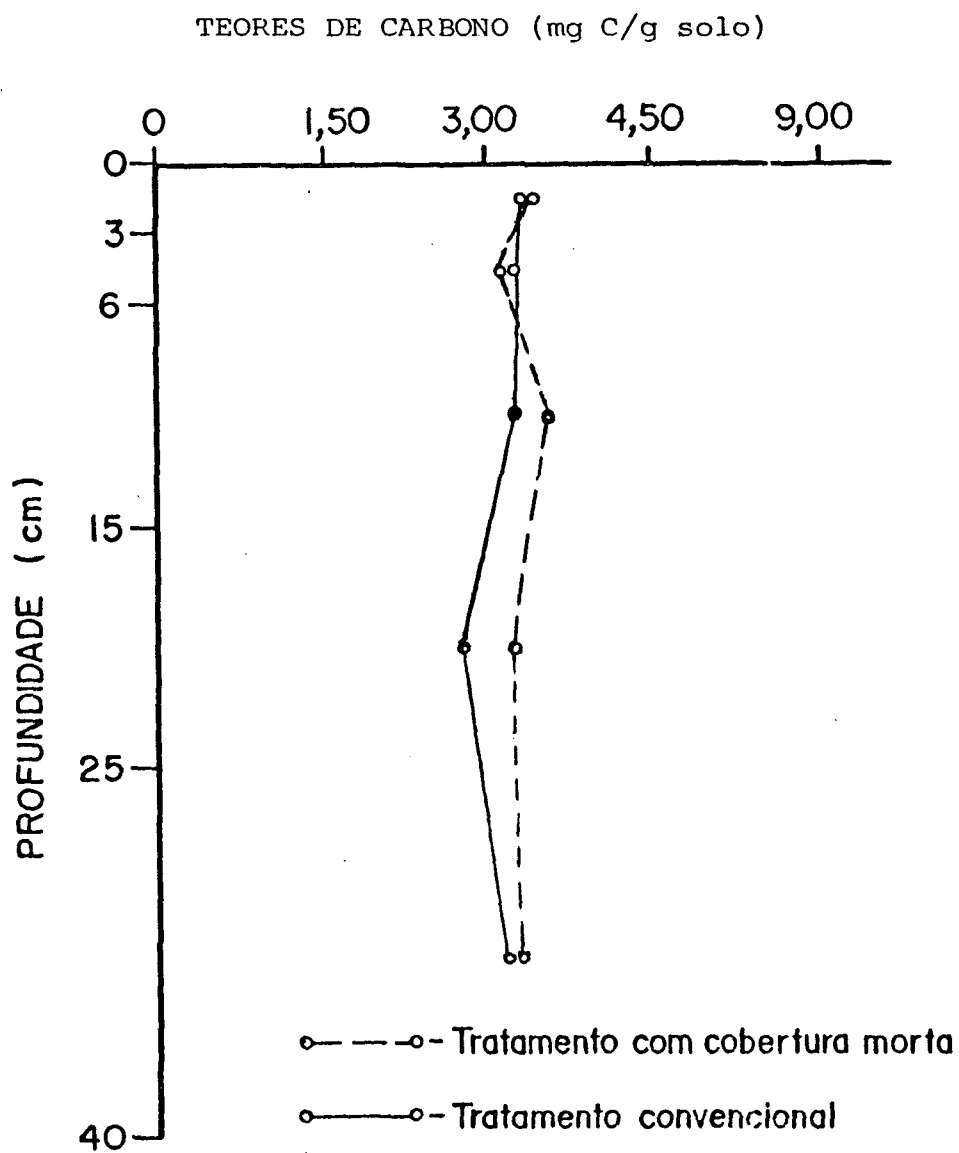
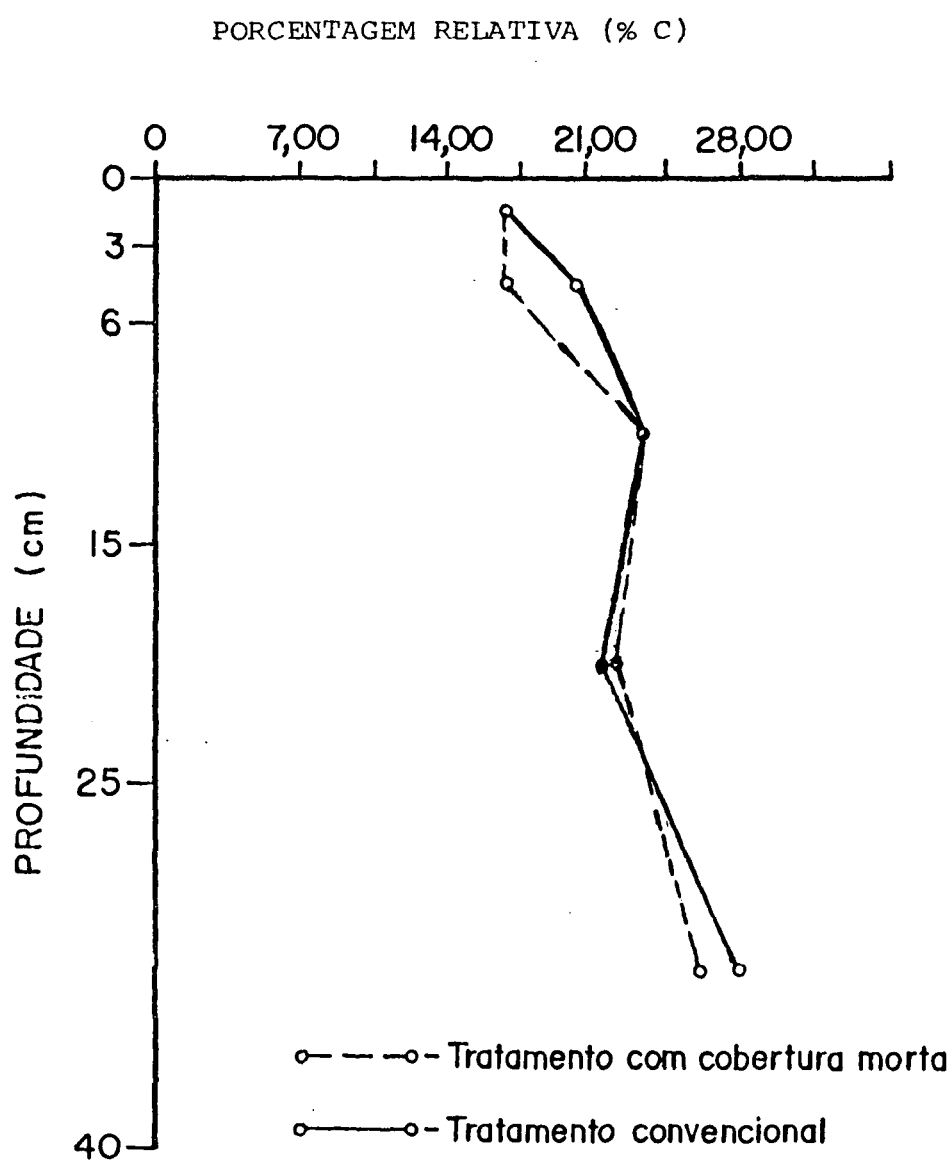


FIGURA 9 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FUVICOS LIVRES NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.4 FRACAO PIROFOSFATO

A fração pirofosfato(FIGURA 10), apresenta uma curva de distribuição dos teores de carbono no plantio convencional com valores que aumentam da primeira camada com 5,58 mg C/g de solo para 7,00mg C/g de solo na segunda. A partir dessa camada, há um decréscimo menos acentuado na última camada para 3,62 mg C/g de solo.

Para o plantio com cobertura morta, observa-se valores praticamente iguais nas duas primeiras camadas em torno de 6,04mg C/g de solo e 6,16mg C/g de solo. A seguir, há um pequeno decréscimo para 5,52mg C/g de solo, permanecendo até a última camada com pouca diferença.

Observando-se os valores para as duas curvas, verifica-se que há diferenças, principalmente nas camadas de 3-6 cm 6-15 cm de profundidade, onde os valores mais elevados foram para o plantio convencional. Para o plantio com cobertura morta, os valores mais elevados foram nas camadas de 15-25 cm de profundidade. As diferenças observadas apesar de não apresentarem significância estatística(TABELA 17), indicam estar ocorrendo tendências a mudanças nos teores de

carbono dessa fração.

A partir da fração pirofosfato(Figura 10) são obtidas a fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(Figura 14), e os ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(Figura 12), que somados reproduzem a curva da fração pirofosfato(Figura 10).

O comportamento em teores relativos para as curvas referentes ao plantio com cobertura morta, conferem com os encontrados por KAHIL⁵⁹, que obteve teores menos elevados até a profundidade de 25 cm, aumentando nas profundidades que se seguem.

O mesmo ocorre nos plantios com cobertura morta, onde os teores relativos se apresentam mais elevados a partir da camada de 25-40 cm de profundidade.

Os resultados obtidos para essa fração pirofosfato(FIGURA 10), são muito parecidos aos encontrados por KAHIL⁵⁹, quando constatou comportamento semelhante para as curvas, principalmente até a profundidade de 40 cm. Obteve teores mais elevados para o florestamento com Pinus na primeira camada, diminuindo a seguir na camada até cerca de 25 cm, onde demonstrou haver a mesma inversão das curvas observado nesse experimento com valores mais elevados a partir da camada de 25 cm para o florestamento com Pinus.

A diferença encontrada de teores mais elevados na camada de 0-3 cm no plantio com cobertura morta é explicado pela fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 14) que

teve uma diferença significativa(TABELA 17) nessa profundidade em relação ao plantio convencional. Os teores mais elevados nas camadas de 3-6 cm e 6-15 cm para o plantio convencional são explicados pela fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12) que se apresentam mais elevados nesse tratamento, sendo que na camada de 3-6 cm constatou-se significância estatística a 5% de probabilidade(TABELA 17). Na camada de 6-15 cm apesar da diferença não ser significativa, os valores se apresentam mais elevados para o plantio convencional. A partir da camada de 15-25 cm, o aumento dessa fração no plantio com cobertura morta, pode ser explicado pela fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 14), onde se verificou significância estatística(TABELA 17) e uma razoável contribuição dos ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12) nas camadas de 15-25 cm e 25-40 cm de profundidade.

A fração pirofosfato(FIGURA 11) da primeira camada do plantio convencional, apresenta um aumento nos teores relativos de 19,38% para 30,37% até a camada de 6-15cm. A partir de 6-15 cm de profundidade, os teores decrescem acentuadamente até a camada de 15-25 cm, com 23,47%, diminuindo levemente na última camada.

A curva para o perfil do plantio com cobertura morta, apresenta um acréscimo da primeira para a segunda camada, de

20,40% para 26,15%, diminuindo levemente na camada seguinte, e permanecendo sem alterações até a camada de 25-40 cm.

Quando se analisa as duas curvas, pode-se observar que os teores relativos são semelhantes para os dois plantios na primeira camada. Nas camadas de 3-6 cm e 6-15 cm ocorrem teores mais elevados para o plantio convencional.

Apesar dos resultados não apresentarem significância estatística(TABELA 18), as diferenças entre os dois plantios indicam estar havendo tendências a modificação nos teores relativos dessa fração, principalmente nas camadas de 3-6 cm a 6-15 cm, quando apresentam teores mais elevados para o plantio convencional. Essa tendência a modificações nos teores relativos também ocorre nas camadas a partir de 15-25 cm, onde há uma inversão de teores mais elevados para o plantio com cobertura morta.

Obtida a fração pirofosfato(FIGURA 11), são extraídas duas outras frações, os ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 13) e os ácidos húmicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 15). Tomando-se as curvas referentes ao plantio com cobertura morta e ao plantio convencional, e somando-as, nos fornecem a curva da fração pirofosfato (FIGURA 11).

FIGURA 10 TEORES DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

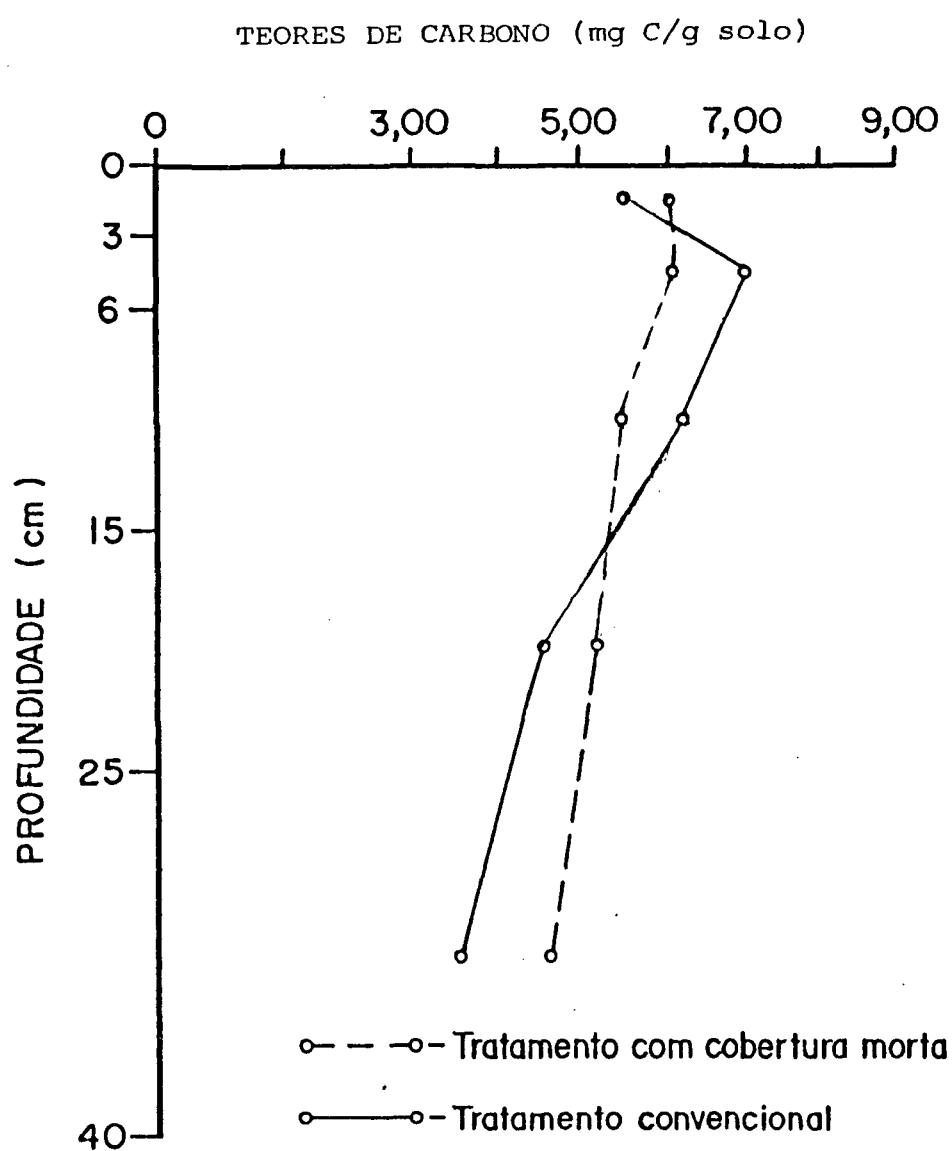
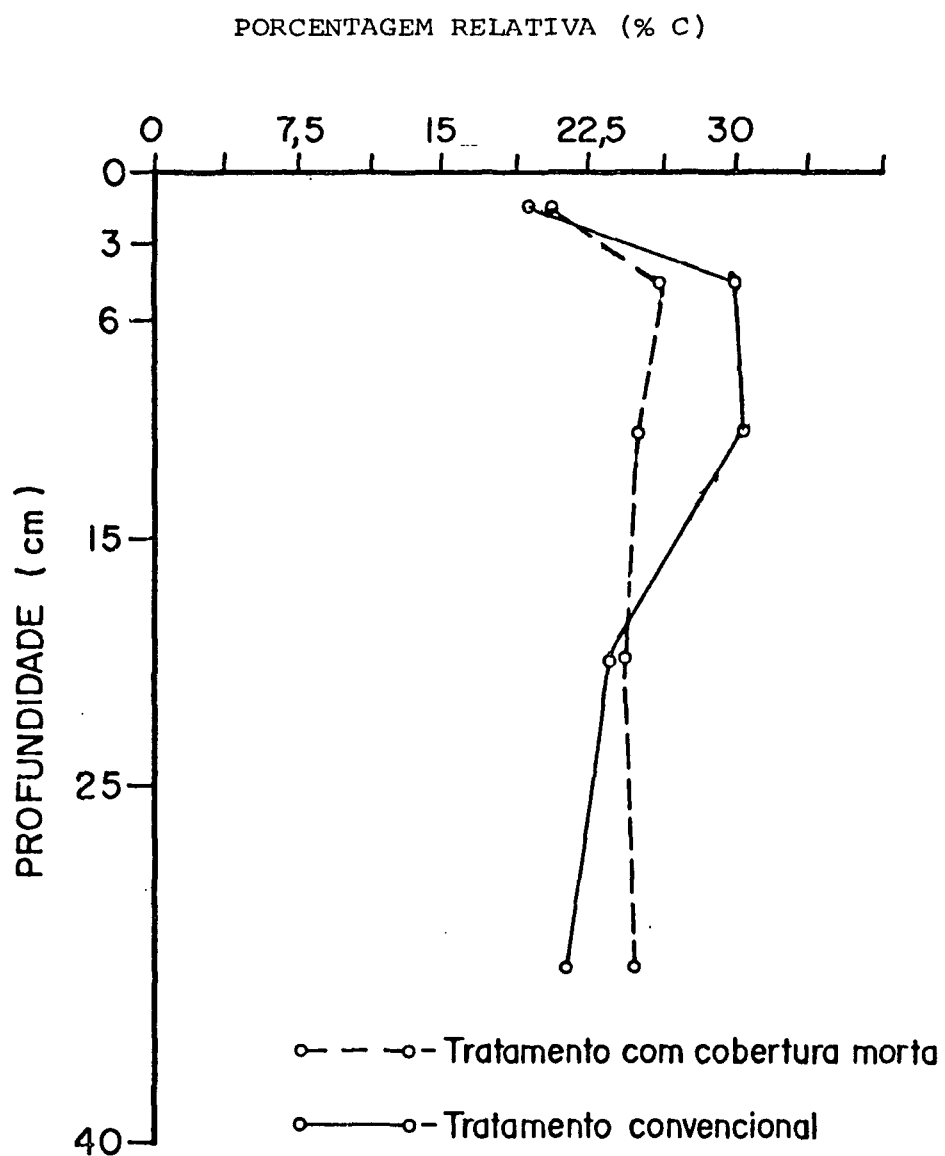


FIGURA 11 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.5 FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO

A fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12), obtida pela diferença entre a fração pirofosfato(FIGURA 10), e os ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 14), apresenta uma curva para o plantio convencional com valores em torno de 4,51 mg C/g de solo na primeira camada de 0-3 cm de profundidade. A partir dessa camada os teores de carbono decrescem gradativamente até a última camada analisada, onde os valores atingem 1,97 mg C/g de solo.

Para o plantio com cobertura morta, a curva apresenta valores que diminuem de 3,30 mg C/g de solo na primeira camada para 3,06 mg de C/g de solo na camada de 3-6 cm, continuando a decrescer até a camada de 6-15 cm, quando então há um aumento, passando para 3,01 mg C/g de solo na profundidade seguinte. Na última camada de 25-40 cm os teores diminuem para 2,26 mg de C/g de solo.

Da primeira camada até 15-25 cm de profundidade, os teores de carbono se encontram mais elevados no plantio convencional, sendo a diferença observada nas duas primeiras camadas, estatisticamente significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade(TABELA 19).

A partir da camada de 15-25 cm, os valores se tornam mais elevados para o plantio com cobertura morta, sem no entanto, apresentar diferença estatística na comparação das médias entre os dois tratamentos(TABELA 19).

Quando se compara a fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12), verifica-se que os valores obtidos para as duas primeiras camadas são mais elevados para o plantio convencional na fração ácidos fúlvicos, ocorrendo o inverso na fração ácidos húmicos. Nas profundidades de 15-25 cm a 25-40 cm nas duas frações, os valores são maiores no plantio com cobertura morta.

Considerando os teores relativos para a fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 13), nota-se que no plantio convencional há um leve aumento dos teores relativos da primeira para a segunda camada, passando os teores de 16,06% para 17,45%, diminuindo levemente nas camadas seguintes até 15-25 cm quando então, a diminuição se torna mais acentuada, passando de 15,84% para 11,56% na última camada.

Para o plantio com cobertura morta, observa-se também um acréscimo da primeira para a segunda camada dos teores relativos, passando de 11,26% para 12,97%, continuando o acréscimo gradativo até a camada de 15-25 cm, e diminuindo na última camada de 25-40 cm, para 11,95%.

Quando se compara as duas curvas, do plantio

convencional e do plantio com cobertura morta, pode-se notar que para o plantio convencional há teores relativos mais elevados praticamente em todo o perfil analisado, igualando-se apenas na última camada de 25-40 cm de profundidade. Os resultados obtidos indicam tendências a teores relativos mais elevados para o plantio convencional nesta fração, uma vez que as diferenças observadas são apenas visuais, não obtendo significancia estatística entre as médias para os dois tratamentos(TABELA 20).

Os resultados obtidos para esta fração(FIGURA 13), não concordam com os obtidos por KAHIL⁵⁹, que encontrou teores relativos mais elevados sob florestamento com Pinus. Essas diferenças que mostram o inverso dos resultados obtidos por KAHIL⁵⁹ indicam que não são provavelmente as raízes as responsáveis, no caso da macieira, mas podem estar significando uma transformação de ácidos fúlvicos livres para ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato no perfil com cobertura morta, tornando-se mais aderidas às micropartículas do solo, além da possibilidade de terem sido influenciadas pelos macro e mesoorganismos.

FIGURA 12 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

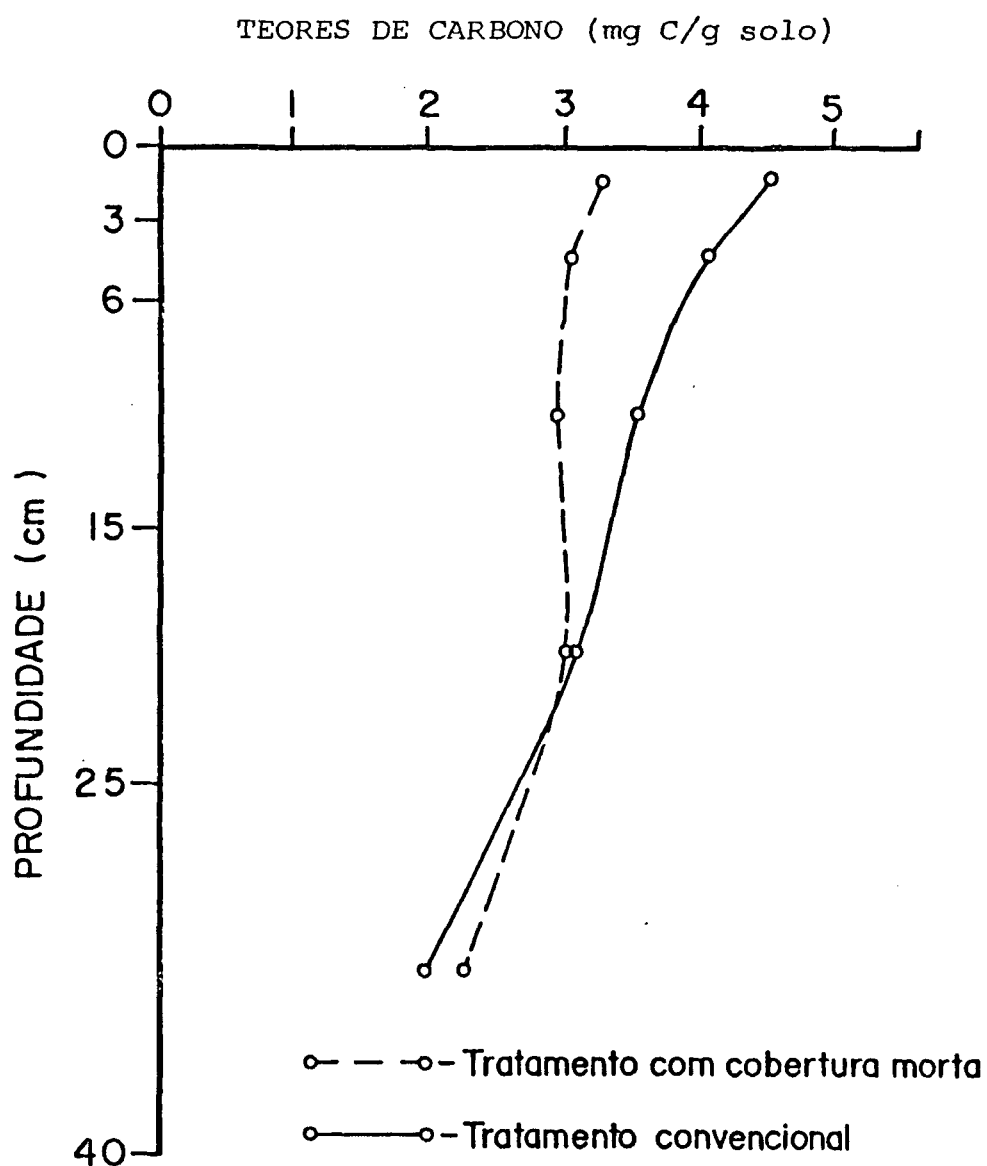
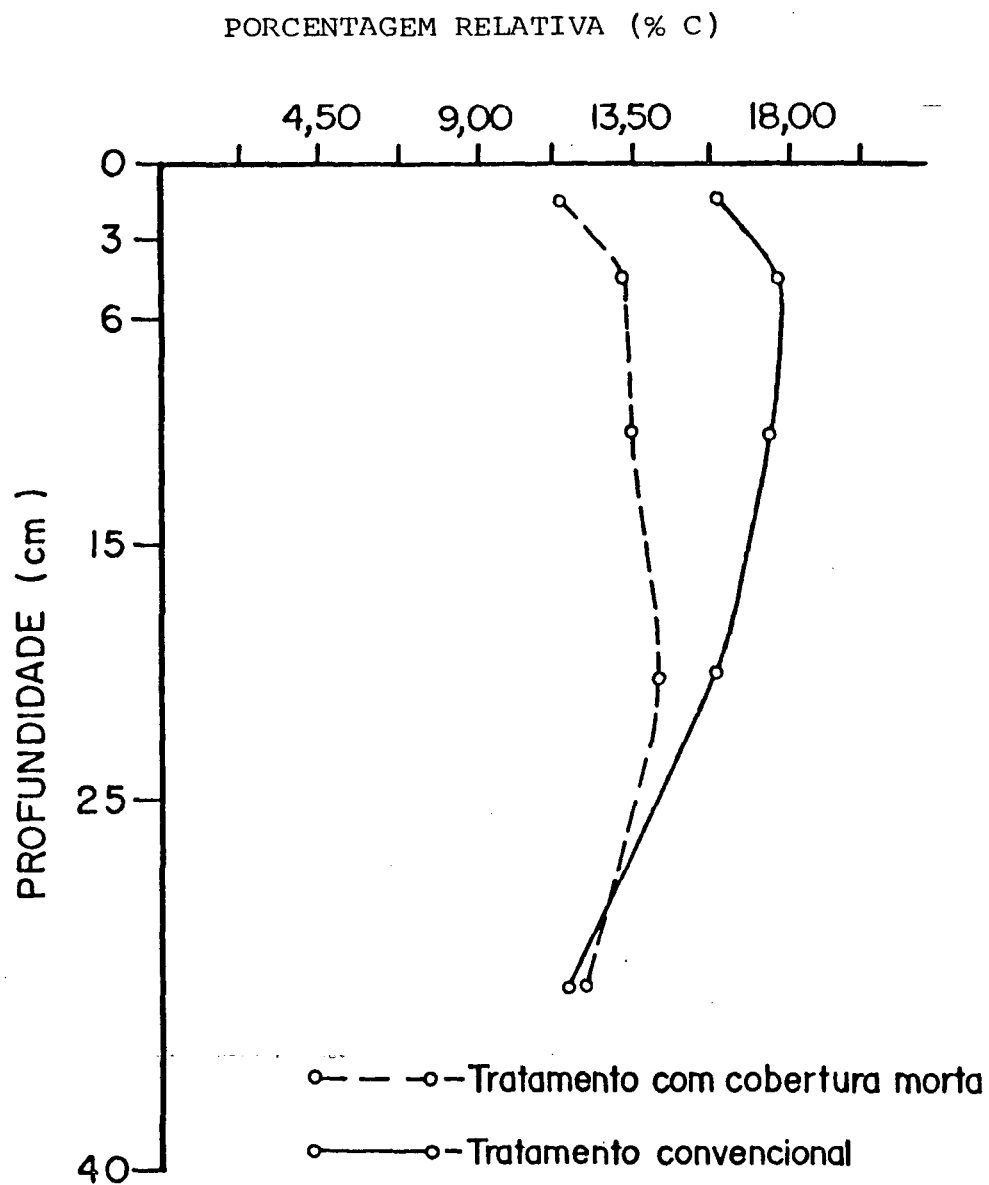


FIGURA 13 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO NOS PEREIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.6 FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO

A fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 14) no plantio convencional demonstra que há um aumento acentuado em teores de carbono da primeira camada, com 1,07 mg C/g de solo para a segunda com 2,94 mg C/g de solo. A partir dessa camada de 3-6 cm, há uma pequena diminuição na camada de 6-15 cm, e mais acentuada na 15-25 cm de profundidade, quando os teores decrescem para 1,50 mg C/g de solo, aumentando levemente para 1,65 mg C/g de solo na última camada analisada.

Para o plantio com cobertura morta, ocorre também, um aumento dos teores de carbono de 2,74 mg C/g de solo, na primeira camada, para 3,10 mg C/g de solo na seguinte. Observa-se nas camadas seguintes, que ocorrem decréscimos dos teores de carbono, decréscimo esse, mais acentuado na camada de 6-15 cm de profundidade, quando os teores passam para 2,58 mg C/g de solo, e mais reduzido na de 15-25 cm com 2,24 mg C/g de solo. Na última camada, verifica-se um pequeno aumento dos teores, passando para 2,40 mg C/g de solo.

Em ambos os plantios, há um aumento dos teores da primeira para a segunda camada. Quando comparadas as duas

curvas, nota-se que no plantio com cobertura morta, os teores de carbono se apresentam com valores mais elevados, sendo estatisticamente significativos na comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (TABELA 21).

Na profundidade de 6-15 cm, os valores nos dois plantios se equivalem, diferenciando-se entretanto, novamente nas camadas seguintes com valores significativamente mais elevados para o plantio com cobertura morta.

Os resultados obtidos para a primeira camada em relação a seguinte, conferem com os obtidos por KAHIL⁵⁹ para florestamento com Pinus, podendo indicar uma tendência dos processos microbianos e químicos serem mais intensos nessa região, devido a cobertura morta de acículas na superfície.

Os teores relativos para a fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 15) apresentam para o plantio convencional as seguintes características: da primeira camada para a segunda, constata-se um acréscimo acentuado dos teores de carbono, situando-se entre 3,66% e 12,40% respectivamente. Na camada seguinte, os teores de carbono se encontram em torno de 13,28% diminuindo acentuadamente na camada de 15-25 cm, passando para 7,63% e aumentando levemente na última camada.

Para o plantio com cobertura morta, observa-se que ocorre um aumento dos teores de carbono de 9,14% na profundidade de 0-3 cm para 13,15% na camada de 3-6 cm,

diminuindo a seguir até a camada de 15-25 cm, quando então, há um novo aumento dos teores, ou seja, passando de 10,16% para 12,78%.

Comparando-se os teores obtidos para os dois tratamentos, verifica-se teores de carbono mais elevados para o plantio com cobertura morta na primeira camada, sendo este estatisticamente significativo em relação aos observados para o plantio convencional nessa camada. Na camada de 6-15 cm ocorre uma inversão da curva de distribuição, encontrando-se teores superiores para o plantio convencional, sem no entanto, obter diferenças estatística em relação ao plantio com cobertura morta. Nas duas últimas camadas os teores de carbono relativos, passam a ser mais elevados para o plantio com cobertura morta, havendo diferença estatística apenas na camada de 25-40 cm de profundidade(TABELA 22).

As diferenças observadas em teores relativos, podem estar indicando tendências ao aumento dessa fração no plantio com cobertura morta, principalmente em profundidade.

O aumento verificado para a fração ácidos húmicos ligados ao pirofostato(FIGURA 15) na profundidade a partir de 15-25 cm no plantio sob cobertura morta, provavelmente deve-se à atividade da macro e da meso fauna existente no perfil, não constatando influência das raízes nessa fração, uma vez que o pico de crescimento se dá entre 15-25 cm(FIGURA 30 e 31), contrário ao obtido por KAHIL⁵⁹ para essas

profundidades nessa fração.

Se considerarmos os efeitos da cobertura morta das acículas de Pinus, nas modificações da fração pirofosfato (FIGURA 11), ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 13) e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato (FIGURA 15), esses dados aumentam o grau de confiabilidade das observações realizadas por KAHIL⁵⁹, que indicam deposição diferencial com a profundidade, sendo esta, devido a influência principalmente do sistema radicular e das acículas da superfície.

Ao que tudo indica, as acículas de Pinus tem uma influência marcante somente nos primeiros centímetros, com influência diferente no caso das acículas de Pinus em macieiras nas profundidades subsequentes.

FIGURA 14 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA(*Malus domestica*)

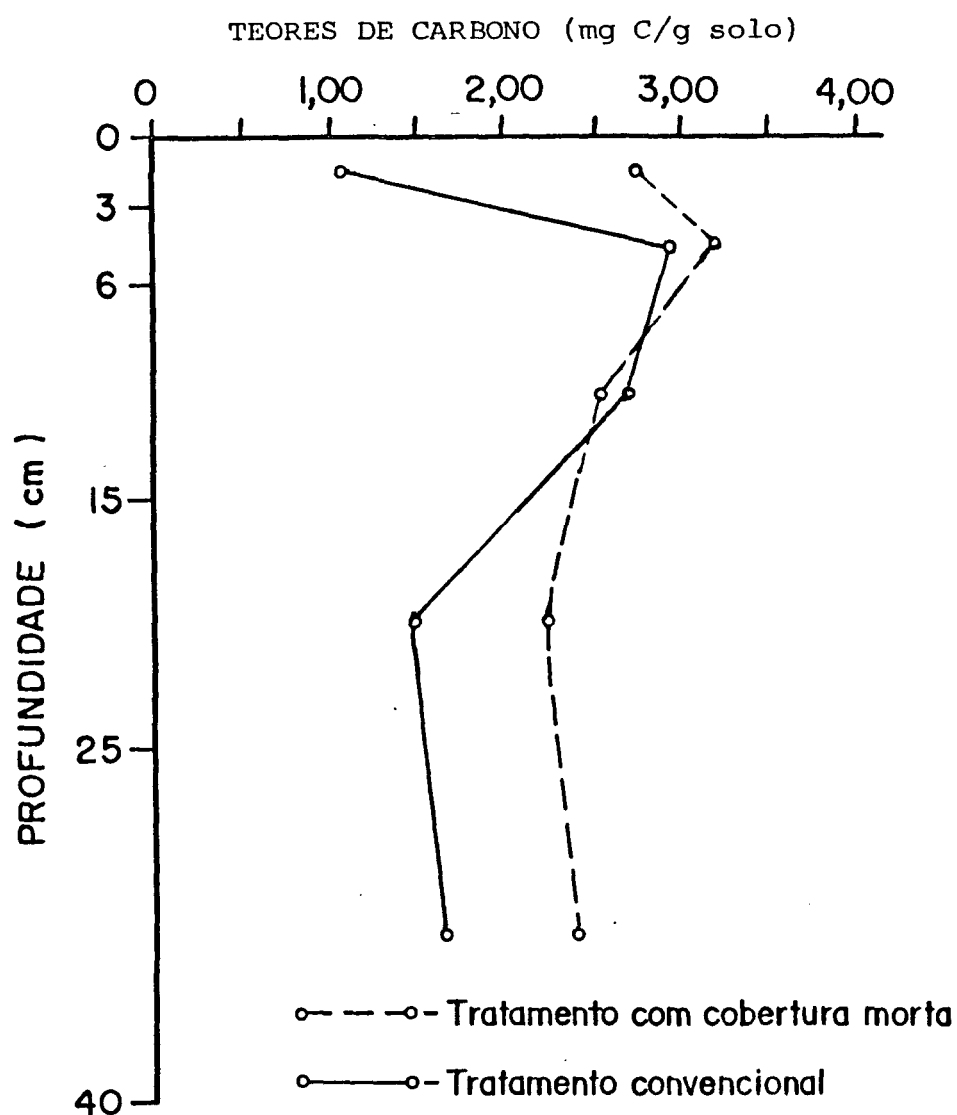
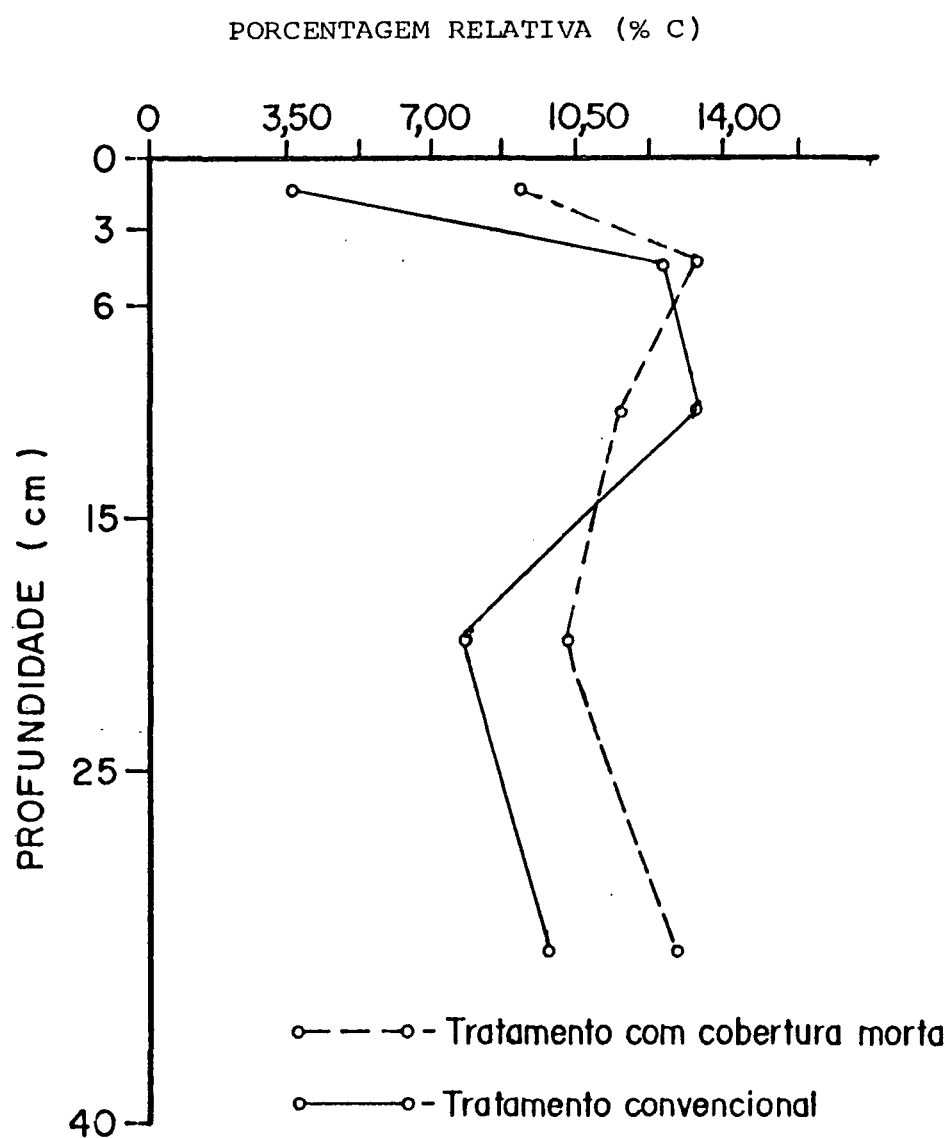


FIGURA 15 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.7 FRACAO SODA

Os dados obtidos para a curva de distribuição dos teores de carbono na fração soda (FIGURA 16) demonstram para o plantio convencional, valores que aumentam da primeira camada para a segunda, com 2,78 mg C/g de solo para 3,18 mg C/g de solo respectivamente.

Na camada 6-15 cm, os valores decrescem para 2,70 mg C/g de solo, permanecendo praticamente inalterados até a última camada analisada.

Ao contrário do plantio convencional, no plantio com cobertura morta, há um decréscimo acentuado da primeira camada com 4,92 mg C/g de solo para a segunda, onde os teores de carbono passam para 2,80 mg C/g de solo. Na camada seguinte, observa-se um pequeno acréscimo dos teores para 3,05 mg C/g de solo, diminuindo novamente na camada de 15-25 cm. Na última camada verifica-se que ocorre novamente um leve aumento para 3,06 mg C/g de solo.

Os valores elevados constatados na primeira camada de 0-3 cm de profundidade no plantio com cobertura morta, diferem estatisticamente (TABELA 23) dos valores encontrados para o plantio convencional nessa mesma camada. Somente na camada

de 3-6 cm, nota-se valores mais elevados para o plantio convencional, e nas demais camadas são superiores no plantio com cobertura morta, com diferença estatística na primeira, segunda e última camada.

Em teores relativos de carbono, a fração soda (FIGURA 17) no plantio convencional, apresenta teores de 9,58% na primeira camada, aumentando acentuadamente na seguinte, para 13,51%. Nas camadas seguintes até 15-25 cm, os teores praticamente não se alteram, aumentando novamente na última camada.

Para o plantio com cobertura morta, observa-se teores relativos com 16,37%, diminuindo acentuadamente na camada de 3-6 cm para 11,53%. Na camada a seguir, há um acréscimo para 13,62%, diminuindo levemente para 12,64% na camada de 15-25 cm, e na última camada novamente um acréscimo para 16,20%.

Comparando-se os teores relativos obtidos para os dois plantios, com cobertura morta e convencional, pode-se notar uma diferença estatisticamente significativa a 5% de probabilidade (TABELA 24) na primeira camada com valores mais elevados para o plantio com cobertura morta. Na camada de 3-6 cm há também, diferença estatística nos teores mais elevados para o plantio com cobertura morta. Nas demais profundidades, os teores relativos se equivalem nos dois plantios.

FIGURA 16 TEORES DE CARBONO NA FRACAO SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

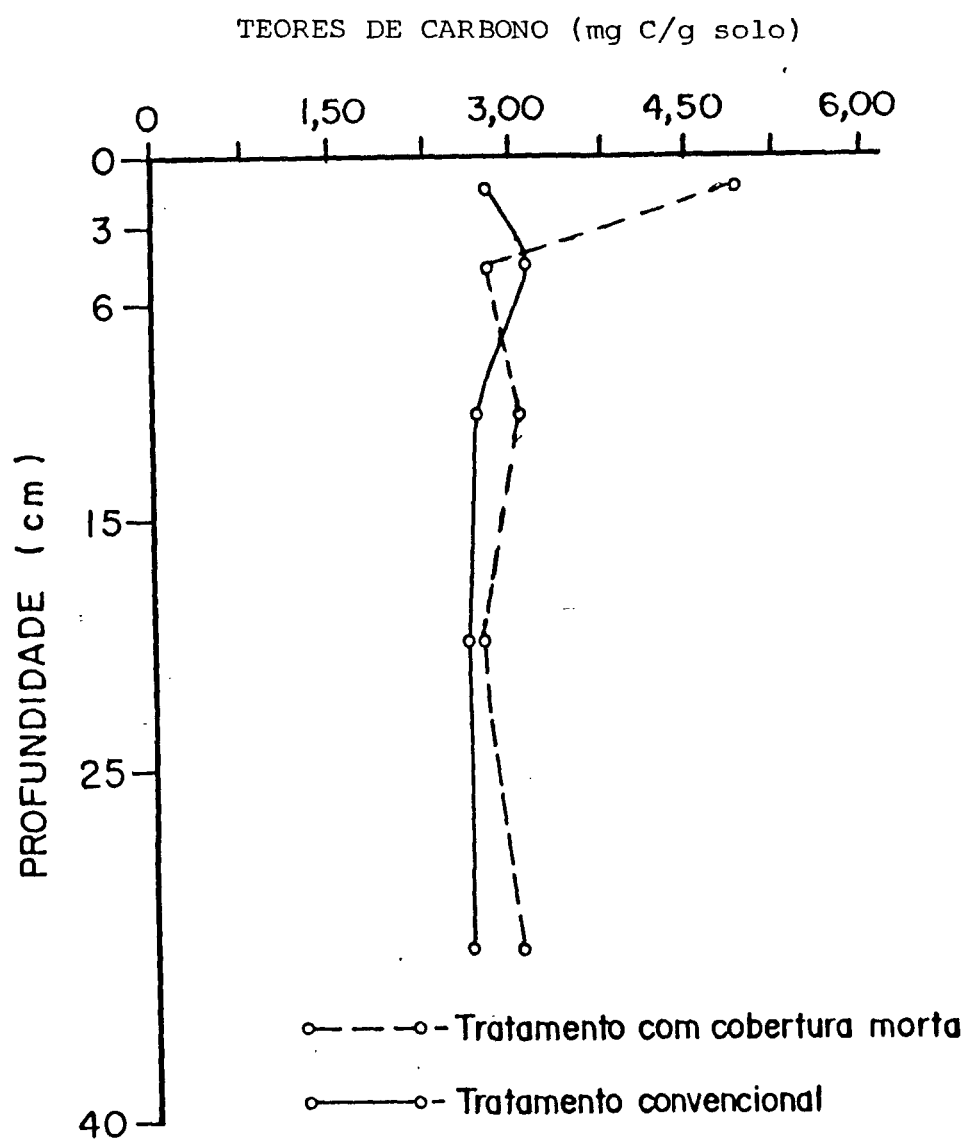
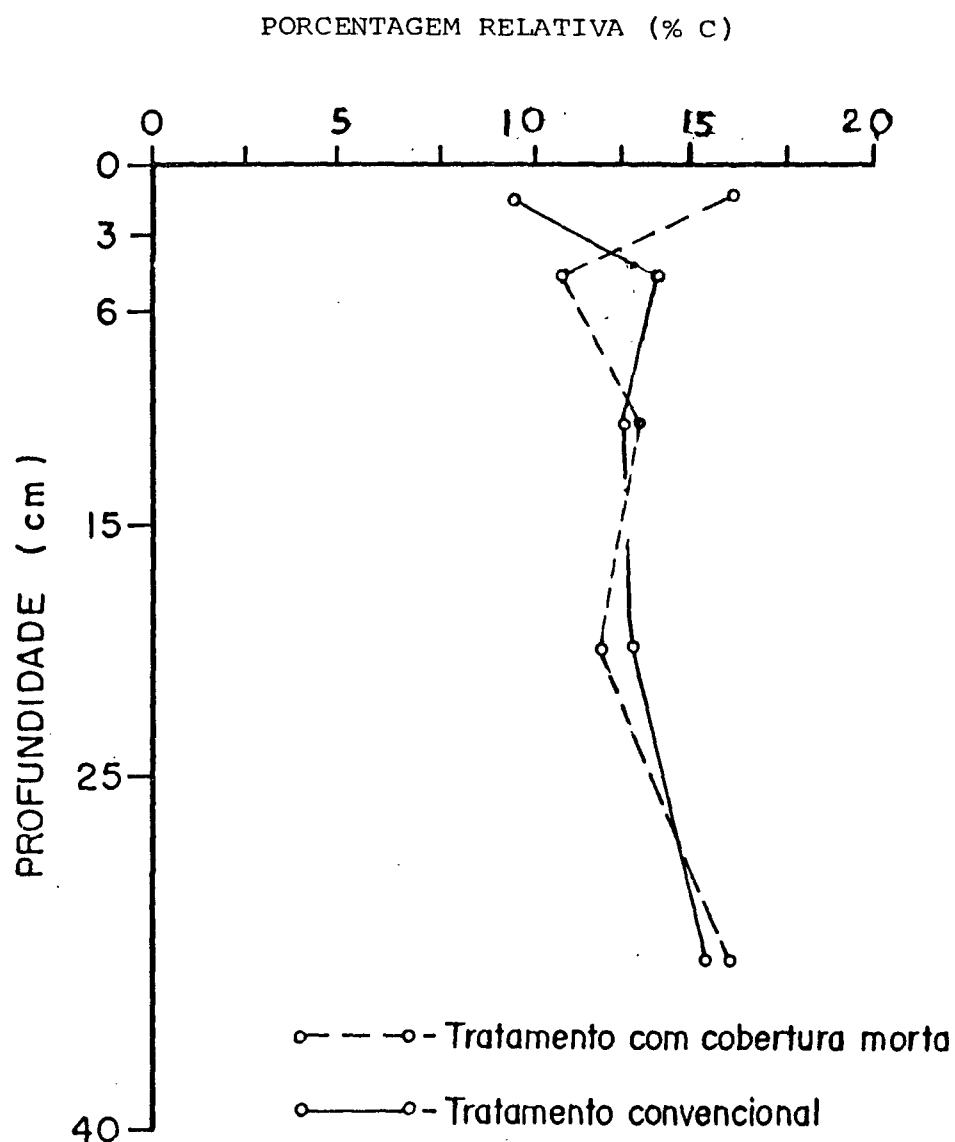


FIGURA 17 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.8 FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA

Da fração soda, obtém-se a fração ácidos fúlvicos ligados a soda (FIGURA 18) e ácidos húmicos ligados a soda (FIGURA 20) quando se faz a separação dos ácidos húmicos e fúlvicos.

Analisando-se a curva da fração ácidos fúlvicos ligados a soda (FIGURA 18) do plantio convencional, observa-se que os teores de carbono apresentam os seguintes resultados: na primeira camada de 0-3 cm, houve um acréscimo em seus teores, para a camada de 3-6 cm de profundidade, isto é, passam de 1,77 mg C/g de solo para 2,39 mg C/g de solo. Na camada de 6-15 cm há um decréscimo para 2,05 mg C/g de solo, estabilizando-se até a última camada de 25-40 cm de profundidade, com 1,77 mg C/g de solo.

A curva de distribuição dos teores de carbono para o plantio com cobertura morta, contrasta com o plantio convencional quando na primeira camada se observa valores mais elevados em relação a segunda de 3-6 cm de profundidade, passando de 3,59 mg C/g de solo, para 1,91 mg C/g de solo. Na camada a seguir, dá-se um leve aumento dos teores, para 2,20 mg C/g de solo, diminuindo levemente nas camadas até

25-40 cm.

Comparando-se as curvas obtidas para o plantio convencional e para o plantio com cobertura morta, pode-se notar que os valores mais elevados na camada de 0-3 cm no plantio com cobertura morta, diferem estatisticamente na comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (TABELA 25), assim como, inversão da curva observada na camada de 3-6 cm de profundidade em relação a maiores teores obtidos no plantio convencional, teve significância estatística. Nas demais camadas, os teores praticamente se equivalem nos dois tratamentos, ou seja, nos dois plantios.

Considerando-se os teores relativos para a fração ácidos fúlvicos ligados a soda (FIGURA 19), constata-se teores que aumentam acentuadamente da primeira para a segunda camada, passando de 6,10% para 10,17% no plantio convencional. Nas camadas a seguir, até 15-25 cm, os teores permanecem praticamente constantes, diminuindo levemente para 9,57%. Na camada de 25-40 cm há um pequeno acréscimo dos valores para 10,69%.

Ao contrário do plantio convencional, no plantio com cobertura morta, na primeira camada ocorre uma diminuição dos teores relativos, em relação a segunda camada de 3-6 cm de profundidade com 11,93% e 7,82% respectivamente. A seguir, na camada de 6-15 cm, nota-se um aumento dos teores relativos

para 9,85%, diminuindo levemente na camada seguinte. Na última camada de 25-40 cm, há novamente um aumento dos teores relativos, passando para 10,54%.

Analisando as duas curvas obtidas para o plantio convencional e o plantio com cobertura morta, verifica-se uma diferença estatística significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (TABELA 26) entre esses dois plantios, diferença essa, em teores relativos mais elevados para o plantio com cobertura morta. Na camada de 3-6 cm observa-se uma inversão na curva, apresentando teores relativos mais elevados para o plantio convencional, obtendo significância estatística na comparação das médias entre os dois plantios, equivalendo-se os teores na camada seguinte. Na camada de 15-25 cm há novamente diferença estatística entre os dois tratamentos, sendo que se equivalem na última camada.

A diminuição observada dos teores relativos da primeira camada em relação a seguinte, no plantio com cobertura morta, indica que a camada de acículas de *Pinus* na superfície influi apenas na camada de 0-3 cm de profundidade, não influenciando nas camadas subsequentes.

Os resultados obtidos por KAHIL⁵⁹ para essa fração, indicaram um leve decréscimo dos teores relativos da primeira para as duas camadas seguintes, sendo essa diminuição insignificante.

FIGURA 18 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

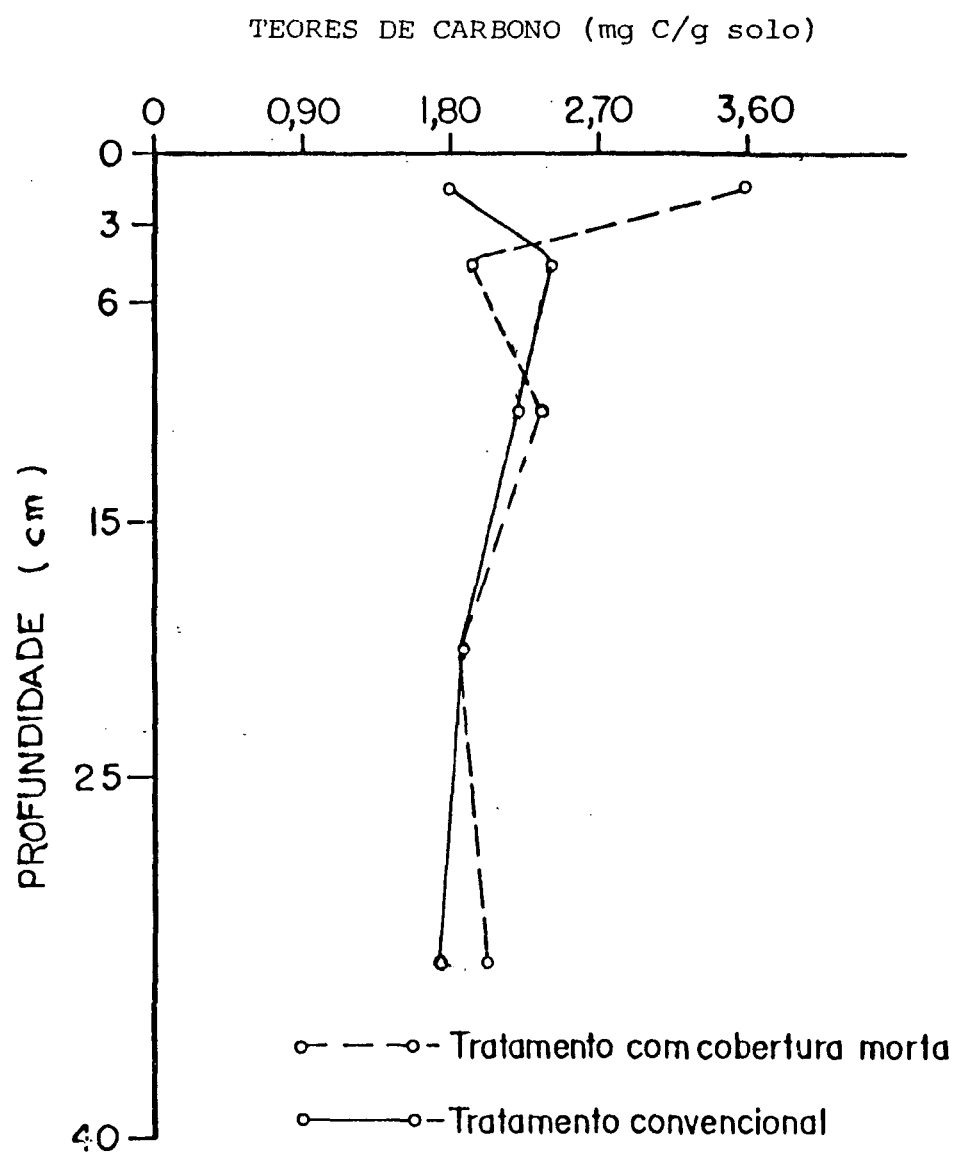
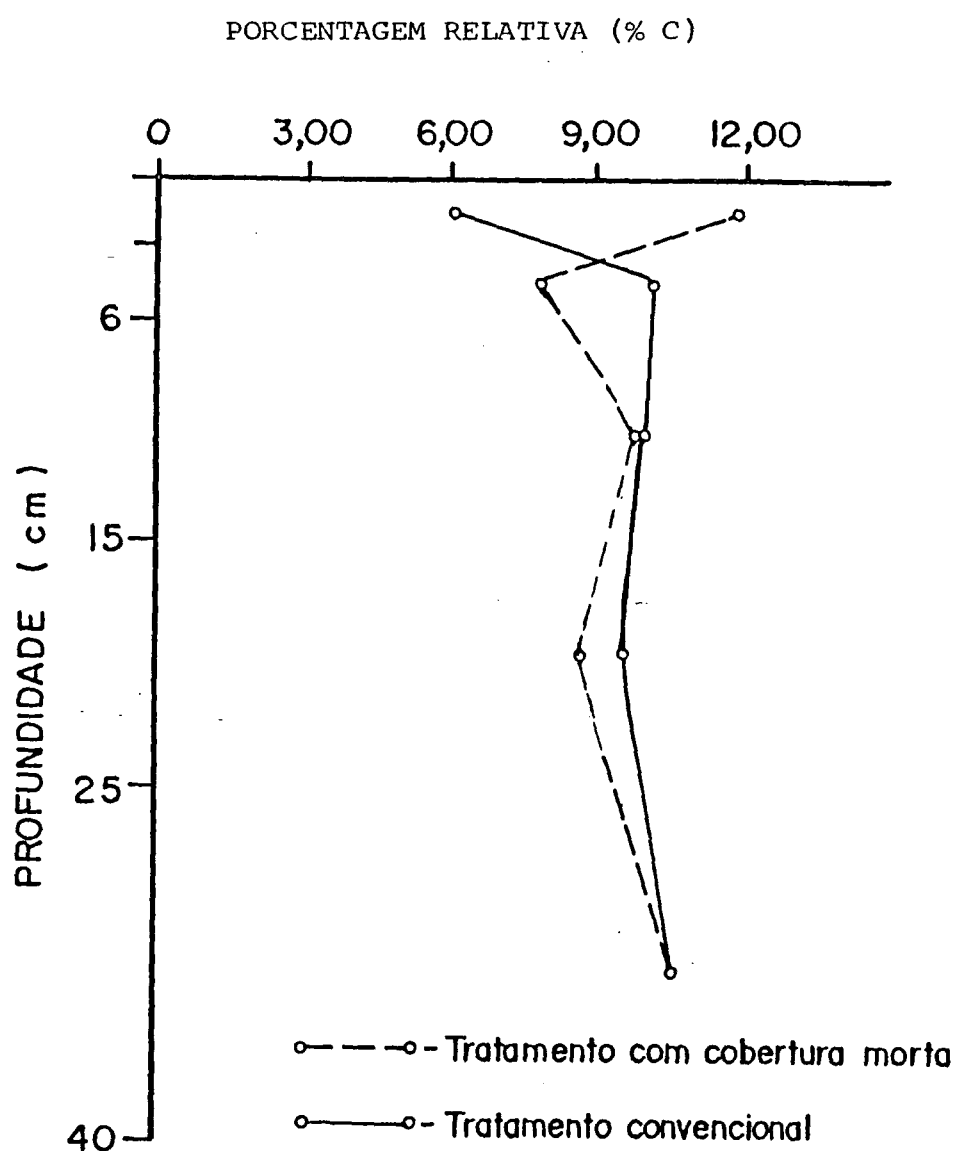


FIGURA 19 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.9 FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA

Na fração ácidos húmicos ligados a soda (FIGURA 20), pode-se constatar valores para o plantio convencional que diminuem da camada de 0-3 cm de profundidade, com 1,01 mg C/g de solo, até a camada de 6-15 cm onde passam para 0,65 mg C/g de solo. Nas camadas seguintes, os teores aumentam gradativamente até 0,82 mg C/g de solo na última camada de 25-40 cm.

No plantio com cobertura morta, também verifica-se uma diminuição nos teores de carbono da primeira camada com 1,33 mg C/g de solo, para a segunda com 0,89 mg C/g de solo. A partir dessa camada, de 3-6 cm praticamente não ocorrem alterações até 15-25 cm quando então, observa-se um aumento, passando para 1,07 mg C/g de solo na última camada.

As diferenças constatadas nos teores mais elevados no perfil sob plantio com cobertura morta, apresentam significância estatística a 5% de probabilidade (TABELA 27) nas profundidades de 0-3 cm, 6-15 cm e 25-40 cm. As demais profundidades apesar de não apresentarem significância estatística, indicam uma tendência ao aumento dos teores de carbono nesta fração.

Os teores relativos para a fração ácidos húmicos ligados a soda (FIGURA 21) para o plantio convencional apresenta teores relativos que praticamente não se alteram da primeira camada até a camada de 6-15 cm, passando de 3,48% para 3,14%. Nas camadas seguintes, até a última camada de 25-40 cm há um aumento gradativo dos teores relativos para 4,86%.

Para o plantio com cobertura morta, verificam-se teores relativos em torno de 4,44% na camada de 0-3 cm, diminuindo para 3,71% na camada seguinte, permanecendo praticamente sem alteração nas camadas seguintes até 15-25 cm com 3,92%. Na última camada de 25-40 cm dá-se um acréscimo acentuado dos teores relativos, passando para 5,65%.

Quando se compara as duas curvas em relação a média entre os dois plantios, constata-se valores mais elevados para o plantio com cobertura morta em toda as profundidades analisadas, obtendo significância estatística a 5% de probabilidade (TABELA 28) nas camadas de 0-3 cm, 6-15 cm e 25-40 cm. As diferenças verificadas entre os plantios convencional e o plantio com cobertura morta, podem estar indicando o acúmulo dessa fração proveniente da decomposição das acículas de Pinus.

FIGURA 20 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

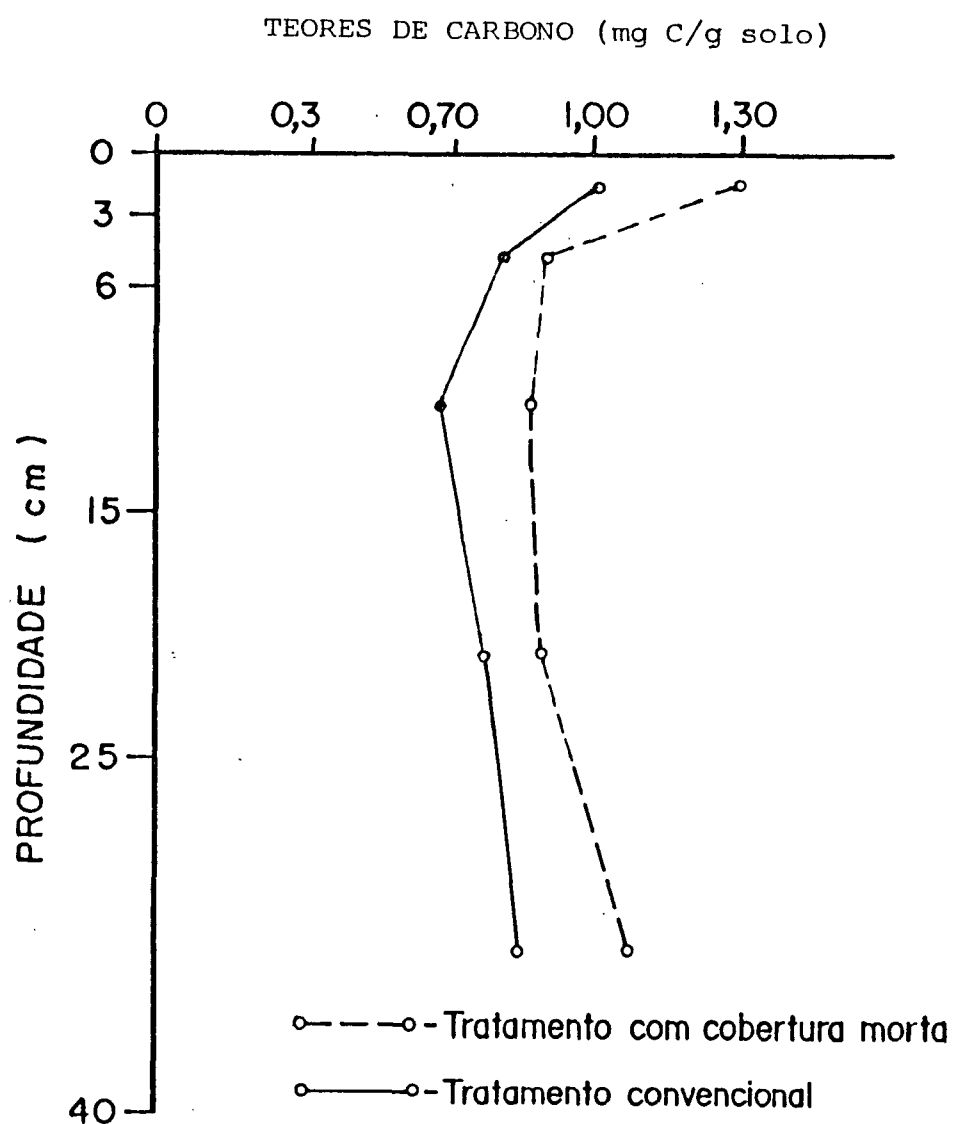
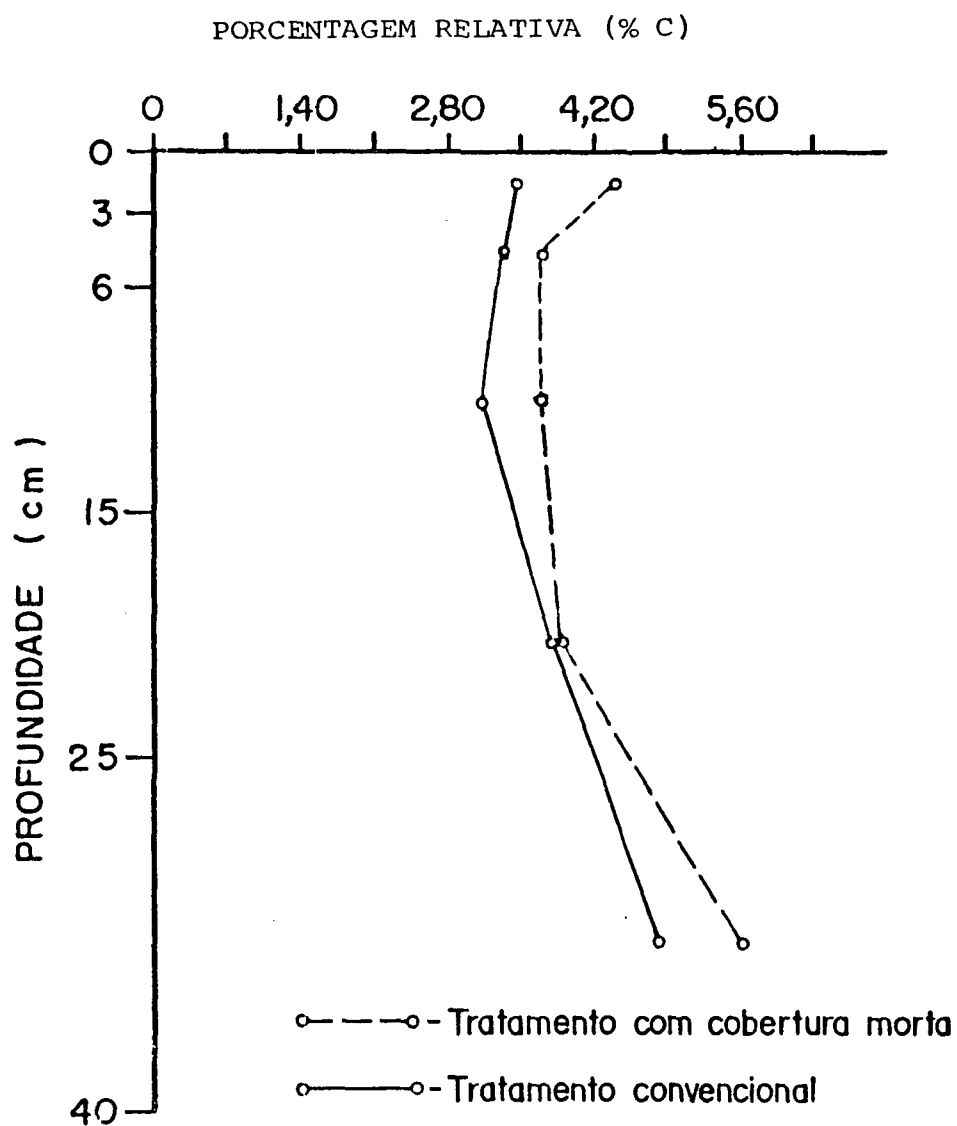


FIGURA 21 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO
ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA NOS
PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB
PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS
DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE
MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.10 FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS

Analisando-se a curva referente aos teores de carbono na fração ácidos fúlvicos totais(FIGURA 22) no plantio convencional, observa-se que as profundidades de 0-3 cm e de 3-6 cm tem valores semelhantes, variando os teores de 11,20 mg C/g de solo, a 11,32 mg C/g de solo respectivamente. A partir daí, ocorrem decréscimos gradativos até a última camada com 8,54 mg C/g de solo.

Ao contrário, no plantio com cobertura morta, há um decréscimo acentuado da primeira para a segunda camada com 11,96 mg C/g de solo para 9,70 mg C/g de solo, respectivamente, aumentando a seguir na camada de 6-15 cm para 10,46 mg C/g de solo, permanecendo praticamente constantes os valores até a última camada.

Comparando-se as duas curvas, pode-se notar que para o plantio com cobertura morta na primeira camada, os teores de carbono são levemente superiores aos observados para o plantio convencional. Na camada de 3-6 cm os teores de carbono passam a ser mais elevados para o plantio convencional, sendo estatisticamente significativos a 5% de probabilidade(TABELA 29), equivalendo-se aos teores da camada

de 6-15 cm de profundidade. A seguir, há novamente uma inversão da curva, onde os teores tendem a ser mais elevados até a última camada para o plantio com cobertura morta, sendo essa diferença apenas visual e não estatística.

Sendo essa fração, ácidos fúlvicos totais(FIGURA 22), resultante da soma das frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12) e ácidos fúlvicos ligados a soda(FIGURA 18), a diferença encontrada na camada de 0-3 cm de profundidade, dos valores mais elevados para o plantio com cobertura morta, pode ser explicada pela fração ácidos fúlvicos ligados a soda(FIGURA 18) nessa profundidade. Na camada de 3-6 cm quando os valores se tornam mais elevados no plantio convencional, podem se explicados pela fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 12).

Os resultados para a fração ácidos fúlvicos totais(FIGURA 22), conferem com os obtidos por KAHIL⁵⁸, na sua primeira camada, sendo que os teores observados foram mais elevados no florestamento com Pinus.

Pode-se notar que no plantio convencional a fração ácidos fúlvicos totais(FIGURA 23), teve um aumento nos teores relativos da primeira camada de 0-3 cm para a camada 3-6 cm com 38,76% para 48,11%, continuando a aumentar até a camada seguinte com 51,03%. Na camada de 15-25 cm ocorre um decréscimo dos teores relativos para 46,61%, crescendo levemente na última camada de 25-40 cm de profundidade.

Para o plantio com cobertura morta, pode-se verificar que os teores relativos são semelhantes nas duas primeiras camadas com valores em torno de 39,98%, havendo um acréscimo na camada de 6-15 cm, passando para 46,41%, decrescendo a seguir levemente e, na última camada se observa novamente um pequeno aumento dos teores relativos par 48,89%.

Quando se compara as curvas referentes aos dois plantios, observa-se que os teores relativos se equivalem na primeira camada e diferem entre si na camada seguinte com valores mais elevados para o plantio convencional, sendo essa diferença estatisticamente significativa na comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade(TABELA 30). Nas camadas até 25-40 cm nota-se que os teores relativos também são mais elevados para o plantio convencional, sem no entanto, haver significância estatística nessas profundidades.

Os teores relativos mais elevados para o plantio convencional nas camadas a partir de 3-6 cm, podem ser explicados pela fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 13) que se apresenta mais elevada no plantio convencional, somados a uma pequena parcela de aumento da fração ácidos fúlvicos ligados a soda(FIGURA 19).

FIGURA 22 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

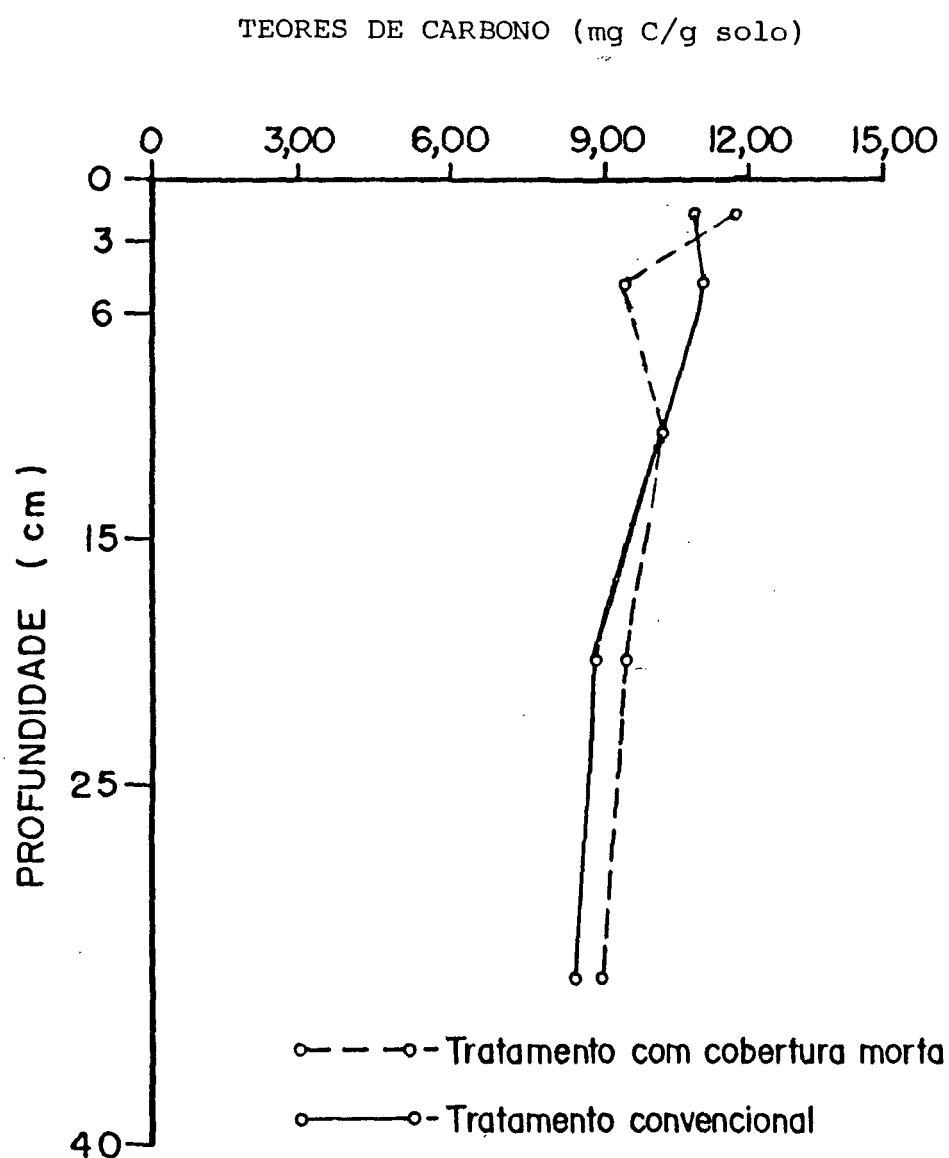
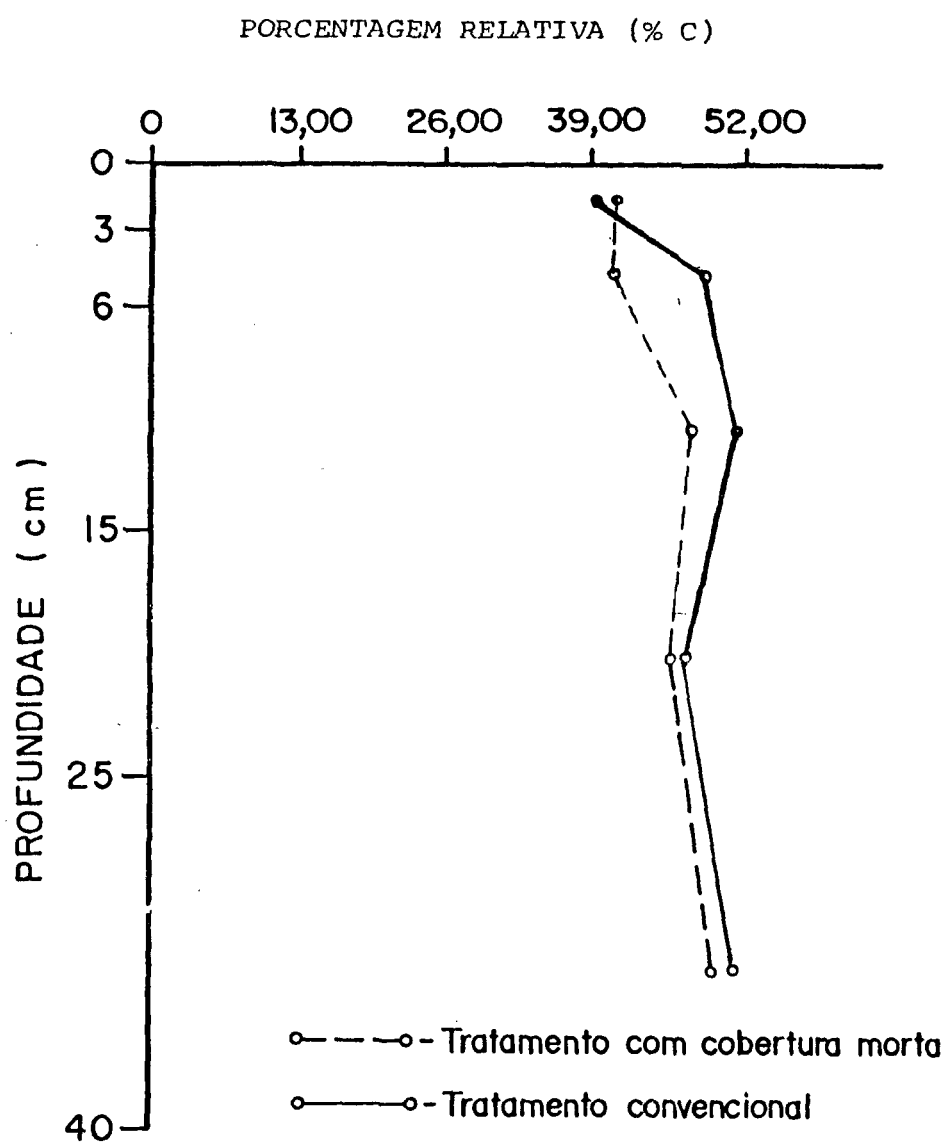


FIGURA 23 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.11 FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS

Na curva dos teores de carbono da fração ácidos húmicos totais (FIGURA 24) do plantio convencional, há um acréscimo acentuado da camada de 0-3 cm com 2,08 mg C/g de solo, para 3-6 cm com 3,73 mg C/g de solo, diminuindo gradativamente até a camada de 15-25 cm. Na última camada de 25-40 cm há um pequeno aumento dos valores em relação a camada anterior de 15-25 cm de profundidade, passando de 2,24 mg C/g de solo para 2,47 mg C/g de solo.

Para a curva referente ao plantio com cobertura morta, os valores são levemente superiores na camada de 0-3 cm com 4,07 mg C/g de solo, passando para 3,98 mg C/g de solo na camada de 3-6 cm, continuando o decréscimo até 15-25 cm com 2,94 mg C/g de solo, quando então, os teores passam para 3,47 mg C/g de solo na camada de 25-40 cm de profundidade.

Para essa fração (FIGURA 24) os valores são superiores em todo o perfil sob plantio com cobertura morta, quando comparado com o plantio convencional, apresentando diferenças estatísticas na comparação das médias pelo teste de Tukey (TABELA 31) nas camadas de 0-3 cm, 15-25 cm e 25-40 cm de profundidade.

Sendo a fração ácidos húmicos totais obtidas através da soma das frações ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 14) e ácidos húmicos ligados a soda(FIGURA 20), explica-se o aumento verificado nas camadas de 0-3 cm e 15-25 cm para o plantio com cobertura morta pela fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 14).

O aumento verificado no plantio com cobertura morta na profundidade de 15-25 cm provavelmente pode ser devido a influência do sistema radicular(FIGURA 30 e 31) da macieira que se encontra mais desenvolvido nessa região, depositando matéria orgânica nessas camadas mais profundas.

O aumento das substâncias húmicas encontrados no plantio com cobertura morta, pode ainda, estar associado ao transporte do material das acículas, por macro e meso fauna que verificou se mais abundante neste tratamento.

O acúmulo dessas substâncias na primeira camada superficial em relação as demais camadas, foi também observado por KAHIL⁵⁹, quando analisou o solo sob florestamento de Pinus. Assim sendo, pode-se inferir que a cobertura morta de acículas de Pinus, influi no sistema radicular e na deposição da matéria orgânica, na região de maior profundidade, provavelmente proveniente do transporte do material.

Os teores relativos obtidos para os perfis sob o plantio convencional na fração ácidos húmicos totais(FIGURA 25),

apresentaram um acentuado acréscimo da primeira camada para a segunda com 7,13% e 15,74% respectivamente. Continuando o acréscimo na camada seguinte, para 16,42%, quando então, os teores relativos diminuem acentuadamente para 11,42%. Na última camada de 25-40 cm há um novo aumento dos teores para 14,55%.

Para o plantio com cobertura morta, há também, um aumento dos teores relativos na segunda camada em relação a camada de 0-3 cm passando os teores de 13,59% para 16,86%, diminuindo gradativamente até a camada de 15-25 cm para 13,30%, sendo que na última camada de 25-40 cm se observa um acentuado aumento dos teores relativos, para 18,44%.

Comparando-se os valores de ácidos húmicos totais entre os dois tratamentos, se verificou diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade(TABELA 32), na primeira camada(0-3 cm), e na camada de 25-40 cm, com os maiores valores correspondendo ao plantio com cobertura morta.

O aumento dessa fração em teores relativos(FIGURA 25) a partir da camada de 15-25 cm, possivelmente deve-se a deposição da matéria orgânica através das raízes(FIGURA 30 e 31), uma vez que essas se encontram em maior quantidade na camada de 15-25 cm, no plantio com cobertura morta de acículas de Pinus.

O aumento ocorrido a partir da camada de 15-25 cm, foi

também verificado por KAHIL⁵⁸ nessas profundidades para a fração ácidos húmicos totais, bem como o aumento da quantidade de raízes nessas profundidades sob floresta de Pinus.

FIGURA 24 TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

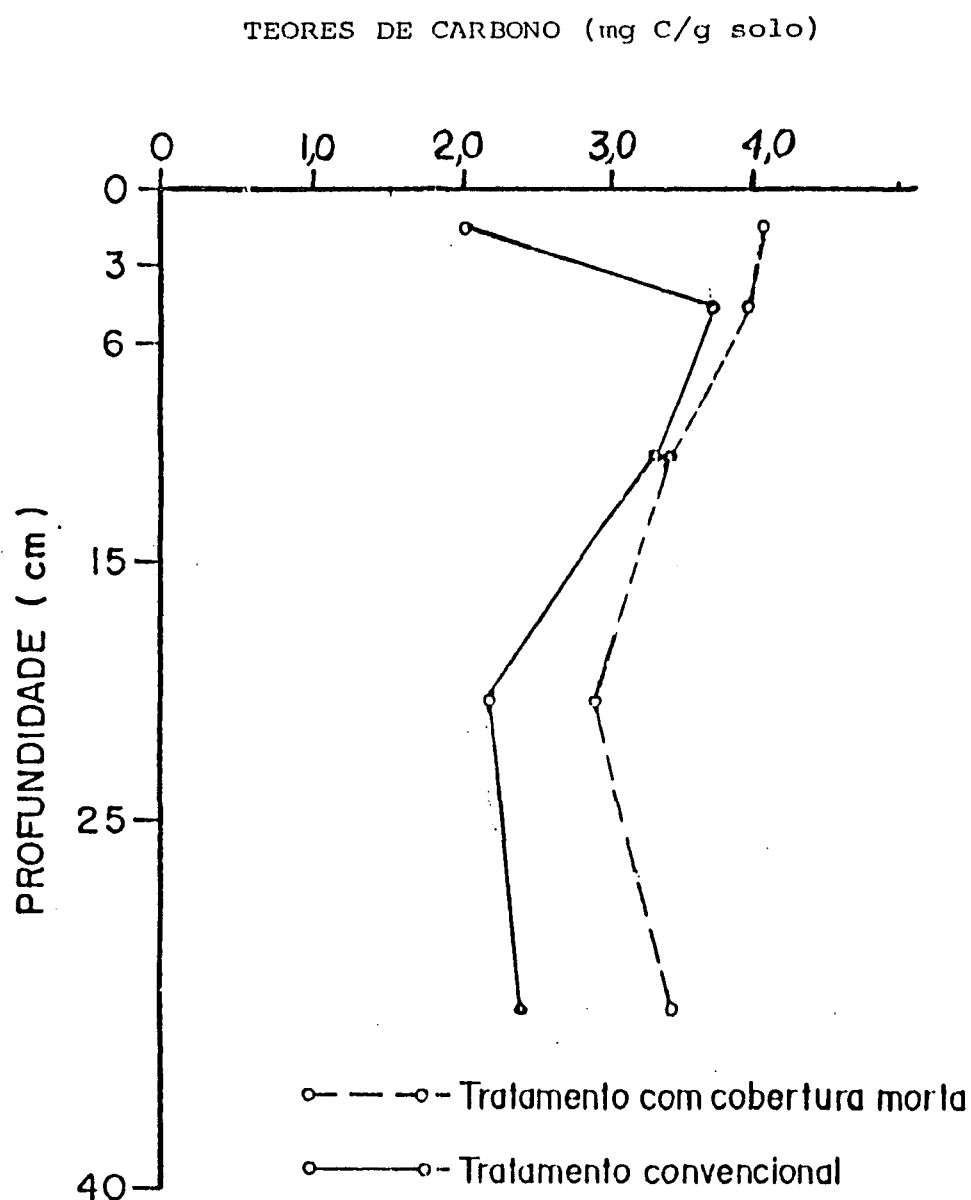
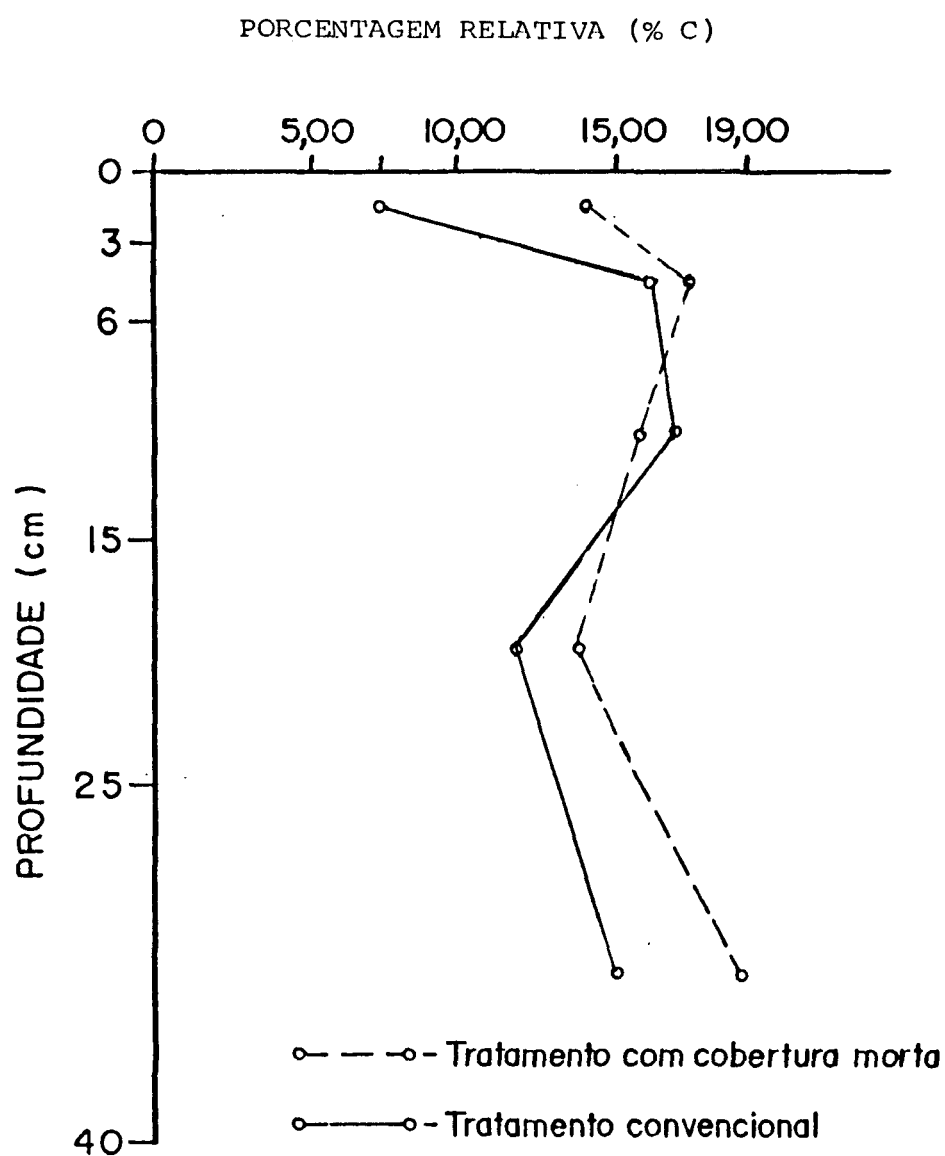


FIGURA 25 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.12 FRACAO HUMINA

Os teores de carbono na fração humina (FIGURA 26) apresentam valores superiores na primeira camada do plantio convencional com 14,48 mg C/g de solo, decrescendo a seguir nas duas camadas seguintes para 9,82 mg C/g de solo, permanecendo sem alteração na camada de 15-25 cm e diminuindo novamente na última camada, para 7,96 mg C/g de solo.

No plantio com cobertura morta, observa-se que há uma diminuição gradativa dos teores de carbono da primeira camada, com 14,32 mg C/g de solo até 15-25 cm de profundidade, onde passam para 11,94 mg C/g de solo, e na última camada ocorre um decréscimo mais acentuado, quando os teores diminuem para 9,49 mg C/g de solo.

Quando comparadas as duas curvas, isto é, do plantio com cobertura morta e do convencional, verifica-se que na primeira camada os teores de carbono se equivalem nos dois tratamentos. Nas demais profundidades, encontram-se valores superiores para o plantio com cobertura morta, que apesar de não serem estatisticamente significativas (TABELA 33), indicam estar ocorrendo tendências de se encontrar maior quantidade da fração humina no plantio com cobertura morta.

A fração húmica (FIGURA 27), do plantio convencional apresenta teores relativos levemente superiores na primeira camada com 50,18% em relação a camada de 3-6 cm com 47,49%. Na camada de 6-15 cm os teores relativos permanecem praticamente constantes, aumentando a seguir na camada de 15-25 cm para 50,90%, quando então, há um decréscimo em teores relativos para 46,93% na última camada.

Ao contrário do plantio convencional, o plantio com cobertura morta na primeira camada apresenta teores relativos inferiores em relação a segunda camada, passando os teores de 42,18% para 54,88% respectivamente. A partir dessa camada de 3-6 cm, os teores relativos permanecem praticamente constantes, diminuindo levemente na última camada para 50,06%.

Comparando-se as curvas obtidas para os dois plantios, convencional e com cobertura morta, constata-se que os teores relativos são levemente superiores para o plantio convencional na primeira camada, sem no entanto, ter significância estatística (TABELA 34). Na camada de 3-6 cm há uma inversão da curva em teores relativos mais elevados para o plantio com cobertura morta, sendo que os teores mais elevados em relação ao plantio convencional permanecem até a última camada.

Os teores mais elevados no plantio com cobertura morta, a partir da camada de 3-6 cm, apesar de não ter significância

estatística(TABELA 34) na comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, pode estar indicando tendências a teores relativos mais elevados para a fração humina no solo sob plantio com cobertura morta.

Os resultados obtidos em teores relativos(FIGURA 27) para essa fração, conferem com o trabalho de KAHIL⁵⁹, que demonstrou haver tendências ao acúmulo da fração humina no solo sob floresta de Pinus, indicando a influência da cobertura morta e reações bioquímicas mais intensas na primeira camada. A possibilidade de ser influência de pluviolixiviados é bastante difícil, já que se concentra maior quantidade nesta primeira camada, e mesmo porque, a formação da humina é favorecida em maior espaço de tempo, que ao desse experimento.

Pode-se notar também, que os solos com cobertura morta de Pinus, proporcionaram o aparecimento de maior quantidade de humina como a encontrada nos trabalhos de GONZALES et alii⁴⁸; ALMENDROS et alii⁵ e KAHIL⁵⁹, que demonstraram quantidades mais elevadas dessa fração no Pinus, nas camadas inferiores a 5 cm de profundidade.

Quando se compara os resultados da fração humina(FIGURA 27) com os de carbono total do solo(FIGURA 3), pode-se notar que possivelmente as diferenças obtidas entre os perfis do plantio com cobertura morta e do convencional, na curva de carbono total do solo, nas profundidades de 3-6 cm, 6-15 cm e

25-40 cm podem ser explicadas pelas diferenças da fração humina(FIGURA 27), somadas às diferenças dos ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 13). Quanto as diferenças das camadas 0-3 cm, e 15-25 cm, podem ser justificadas pela fração ácidos húmicos ligados a soda(FIGURA 21) e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato(FIGURA 15).

FIGURA 26 TEORES DE CARBONO NA FRACAO HUMINA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

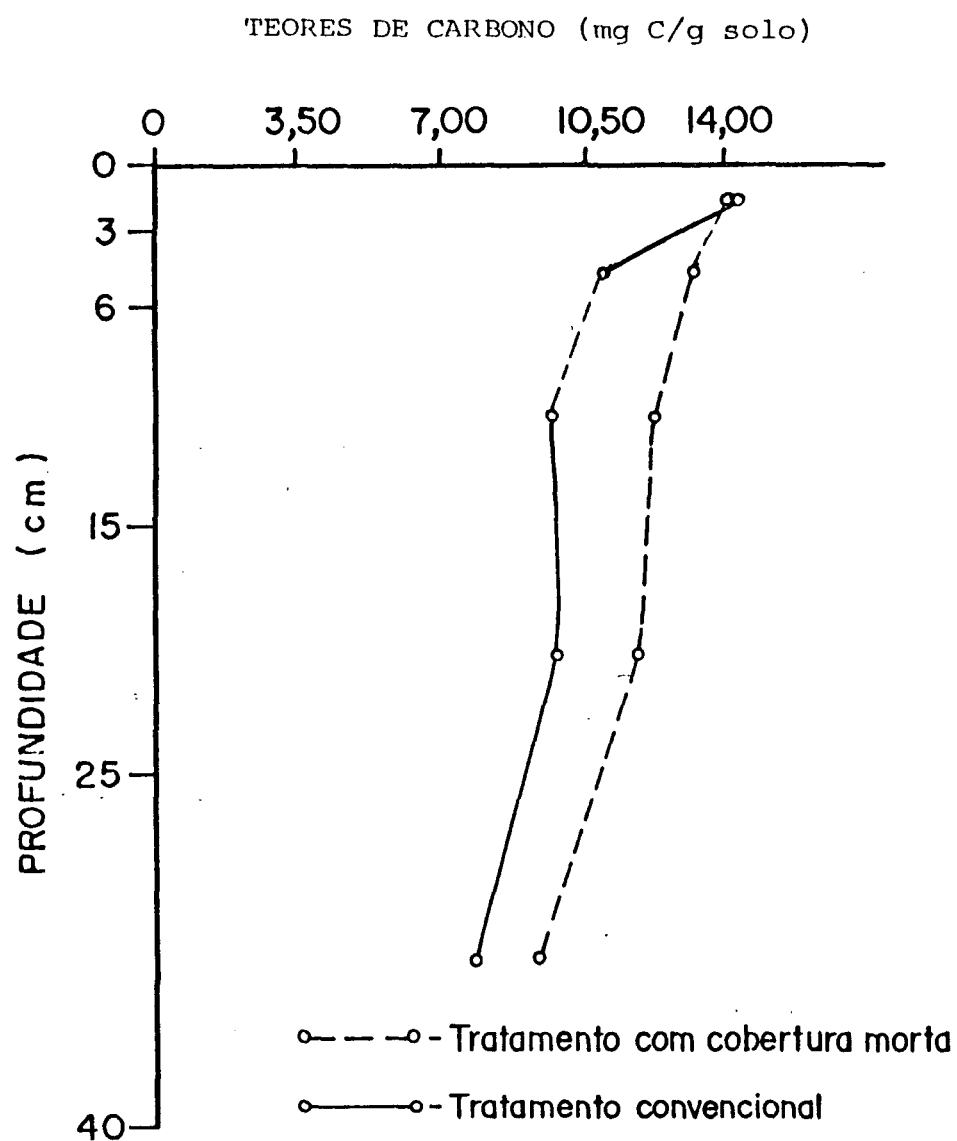
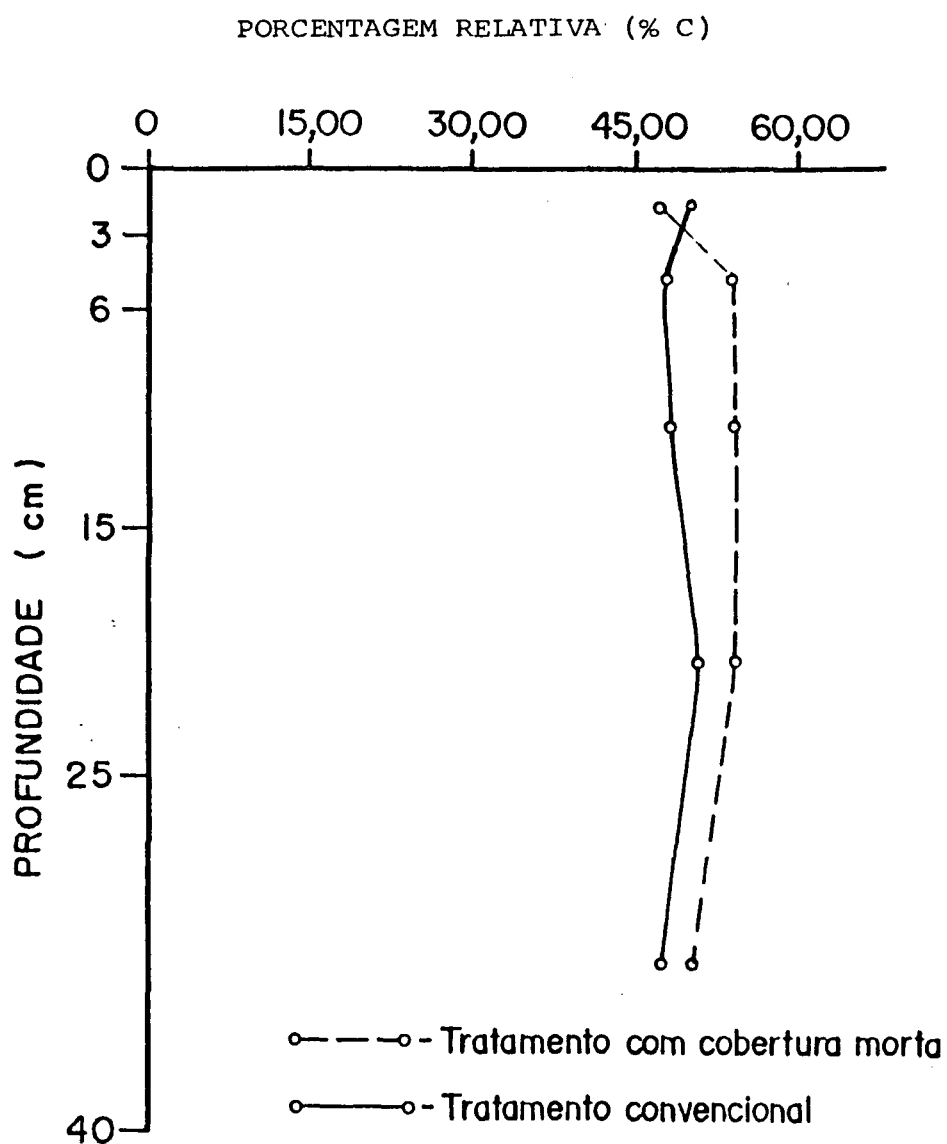


FIGURA 27 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO HUMINA NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.4.1.13 SUBSTÂNCIAS HUMICAS TÔTAIS

A fração substâncias húmicas totais(FIGURA 28), é reproduzida pela soma dos teores de carbono das frações ácidos fúlvicos totais(FIGURA 22), ácidos húmicos totais(FIGURA 24) e a humina(FIGURA 26).

Os teores de carbono referente a curva do plantio convencional demonstra teores que diminuem de 28,64 mg C/g de solo na primeira camada para 26,77 mg C/g de solo na camada de 3-6 cm. A partir dessa camada, os teores decrescem gradativamente até a última camada onde os teores passam para 19,20 mg C/g de solo.

Para a curva referente aos teores de carbono no plantio com cobertura morta, há também uma diminuição da primeira para a segunda camada, com 30,96 mg C/g de solo para 23,59 mg C/g de solo, da mesma forma que no plantio convencional. Nas camadas seguintes, até 15-25 cm há decréscimos gradativos. Na camada de 25-40 cm o decréscimo é mais acentuado, passando os teores para 22,61 mg C/g de solo.

Comparando-se as curvas, pode-se notar que ambas apresentam praticamente o mesmo comportamento, sendo os valores superiores para o plantio com cobertura morta.

Apesar de que as diferenças só são estatisticamente significativas(TABELA 35), nas duas últimas camadas. Isto parece indicar uma tendência a teores mais elevados de substâncias húmicas totais no plantio com cobertura morta em relação ao plantio convencional.

As curvas referentes às substâncias húmicas totais praticamente reproduzem as curvas referentes ao carbono total do solo(FIGURA 3).

Os teores mais elevados encontrados na primeira camada em relação as demais profundidades no plantio com cobertura morta, foram também observados por KAHIL⁵⁹ na análise da matéria orgânica do solo sob florestamento de Pinus.

A curva referente aos teores relativos das substâncias húmicas totais(FIGURA 29) nos perfis sob plantio convencional, apresentam valores que aumentam da primeira camada com 99,20% até a camada de 6-15 cm, onde os teores se apresentam em torno de 117,59%. A seguir na camada de 15-25 cm há um leve decréscimo para 110,77%, aumentando levemente para 113,42% na camada de 25-40 cm de profundidade.

Para a curva do plantio com cobertura morta, na primeira camada de 0-3 cm há teores relativos de 103,00% que aumentam na camada seguinte para 113,37%. Na camada a seguir, novamente os teores relativos se apresentam com acréscimo para 119,03%, diminuindo na camada de 15-25 cm para 114,89%. Na última camada analisada, verifica-se que há novamente um

leve acréscimo dos teores relativos par 119,73%.

Comparando-se as duas curvas, plantio convencional e plantio com cobertura morta, as curvas praticamente se equivalem, não ocorrendo diferenças estatísticas(TABELA 36).

FIGURA 28 TEORES DE CARBONO NA FRACAO SUBSTANCIAIS HUMICAS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)

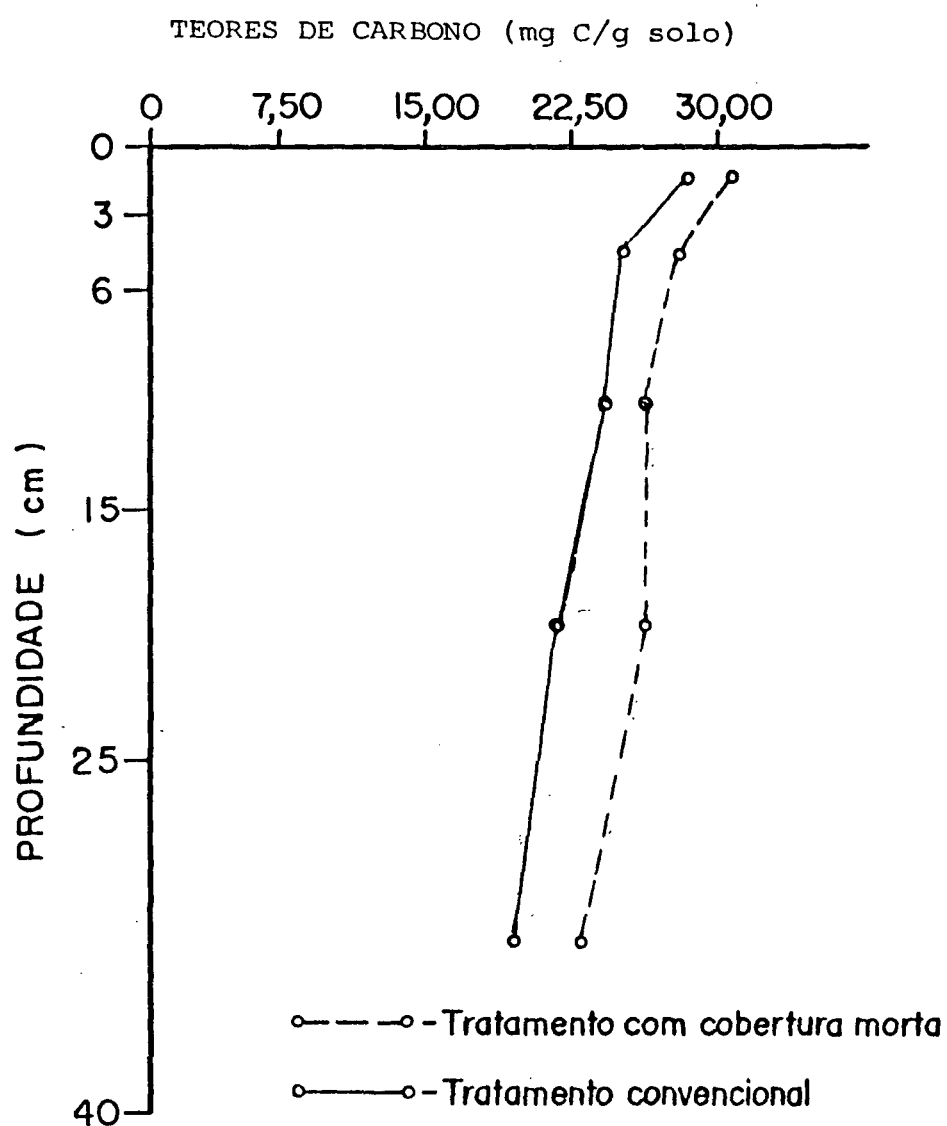
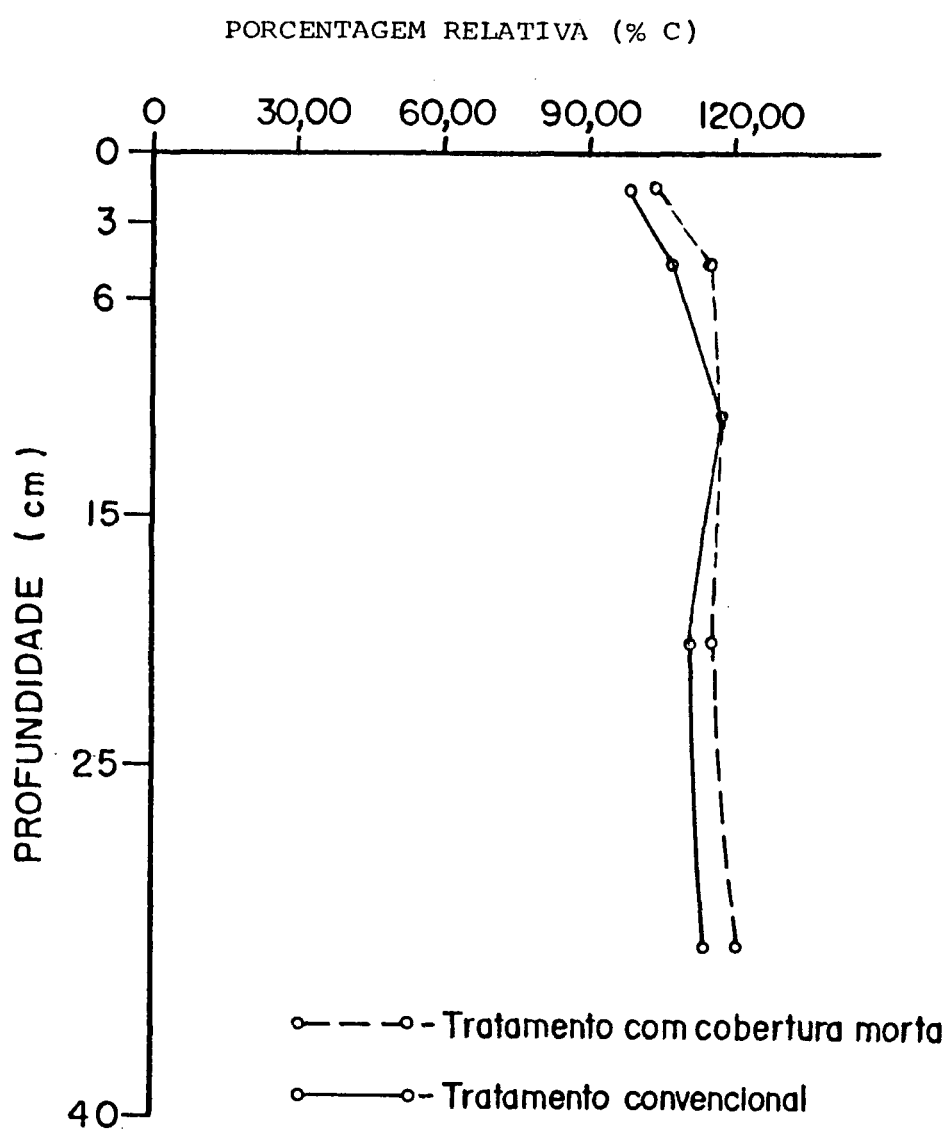


FIGURA 29 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NA FRACAO SUBSTANCIAIS HUMICAS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus* spp EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.5 BIOMASSA RADICULAR

Os resultados obtidos da análise da biomassa radicular total dos perfis sob plantio convencional e sob plantio com cobertura morta (FIGURA 30) mostram que a curva de distribuição das raízes do plantio convencional é praticamente semelhante nas duas primeiras camadas, diminuindo levemente na camada de 6-15 cm quando então há um aumento pequeno até a profundidade de 25-40 cm.

No perfil sob plantio com cobertura morta, encontra-se na primeira camada uma quantidade bastante elevada de raízes totais em relação a camada de 3-6 cm. Na camada de 6-15 cm praticamente não há alterações, sendo que na camada seguinte de 15-25 cm há um pico representando um aumento no volume de raízes, diminuindo na camada seguinte de 25-40 cm.

Comparando-se as curvas obtidas para os plantios, observa-se que há diferenças quantitativas entre os perfis de plantio convencional e plantio com cobertura morta. Novamente constata-se uma diferença quantitativa em relação ao maior volume no plantio com cobertura morta na profundidade de 15-25 cm. Pode-se verificar também, nitidamente maior quantidade de biomassa radicular total no perfil sob plantio com cobertura morta. Observa-se ainda, que na camada de 25-40 cm ocorre uma diminuição acentuada do

volume radicular que se equivale nos dois plantios, convencional e com cobertura morta.

Analisando-se as raízes com diâmetro menor que 2 mm(FIGURA 31), obteve-se uma curva onde se verificam diferenças quantitativas mais elevadas na primeira camada para o plantio com cobertura morta, sendo que nas demais profundidades, as raízes das macieiras sob plantio com cobertura morta, praticamente não se alteram, sendo no entanto, quantitativamente maiores em relação ao plantio convencional.

Comparando-se as figuras para a biomassa radicular total(FIGURA 30) e para raízes menores que 2 mm (FIGURA 31), observa-se que o pico obtido na primeira camada indica aumento de raízes finas nessas profundidades, e que o pico na camada de 15-25 cm são provocados pelo aumento das raízes grossas no plantio convencional.

O maior desenvolvimento do sistema radicular no solo sob plantio com cobertura morta, pode provavelmente associar-se ao efeito da cobertura da superfície, que promove maior penetração de água e uma maior preservação de umidade(BRASIL SOBRINHO & MELLO¹⁵; MORITA et alii⁸⁴) no solo sob este tipo de plantio, proporcionando assim, um melhor crescimento das raízes(ALLISON⁴; ROVIRA¹⁰⁸) da macieira.

FIGURA 30 BIOMASSA RADICULAR TOTAL NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*).

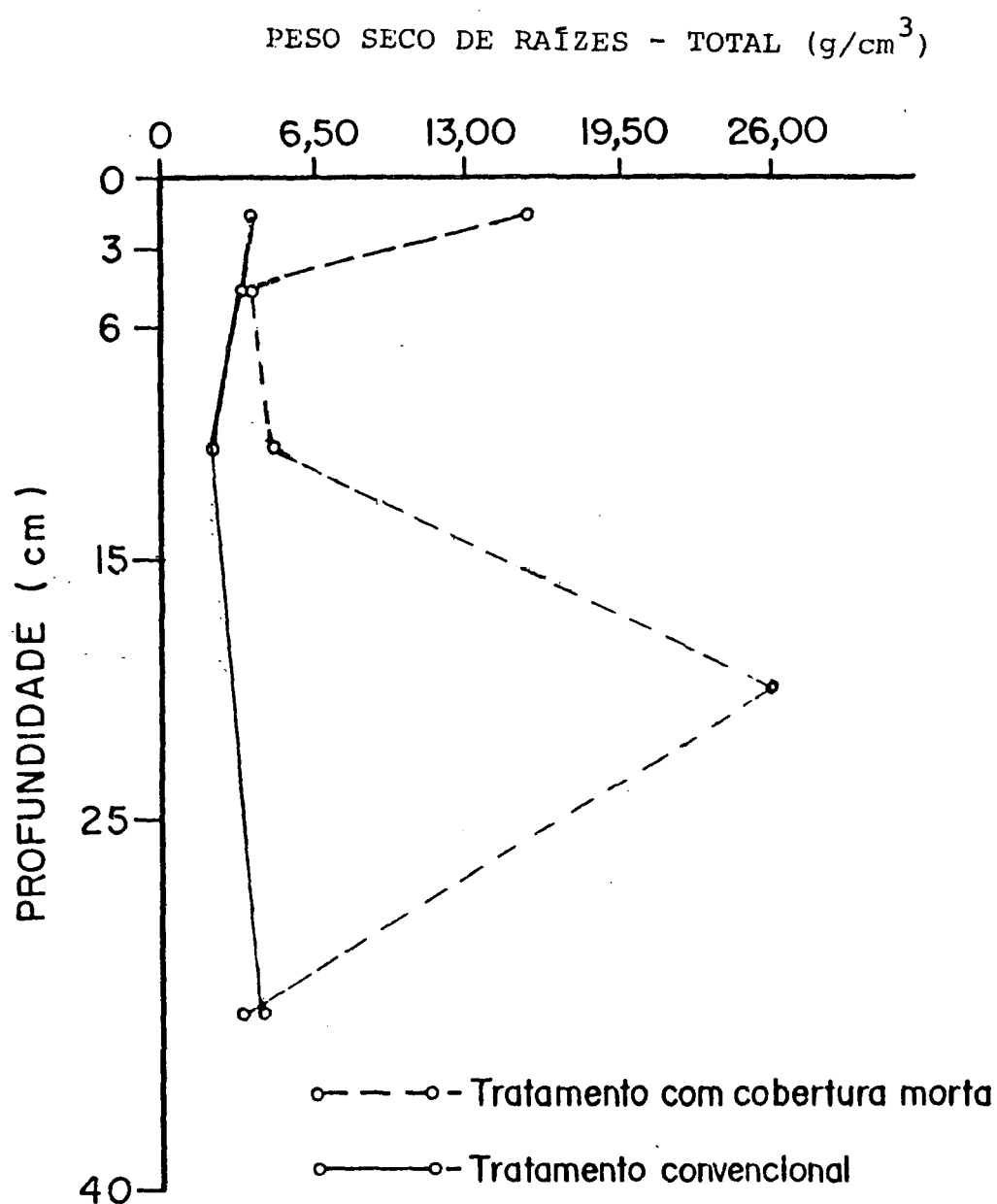
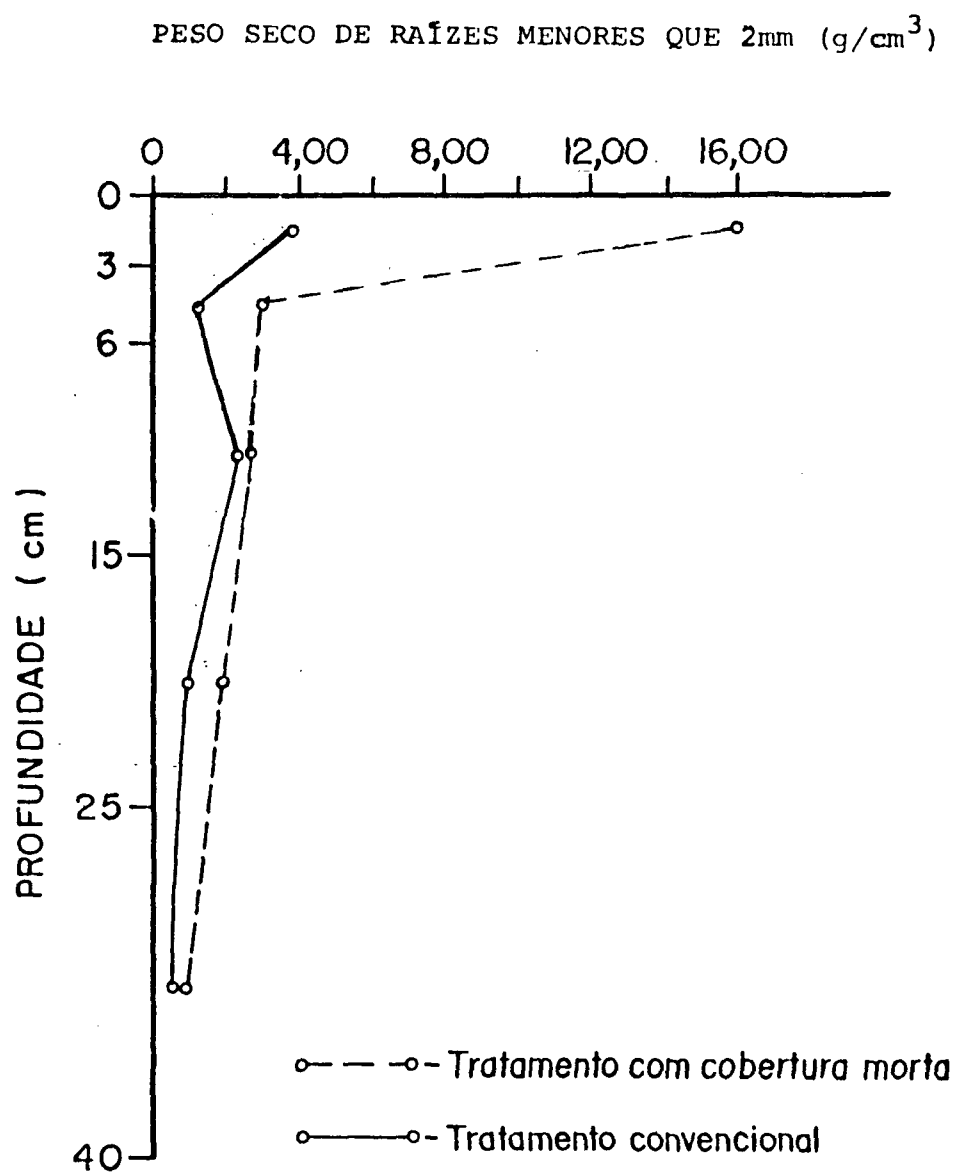


FIGURA 31 BIOMASSA RADICULAR MENORES QUE 2 MM NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*)



4.6 ANALISE COMPARATIVA DA COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES SOB PLANTIO CONVENVIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus* *spp*

A composição da matéria orgânica do solo entre os dois plantios, convencional e com cobertura morta, foi obtida através de uma análise dos dados para os teores de carbono total das diferentes frações e os teores relativos de cada fração.

Esses resultados demonstram através de comparações dos perfis analisados, quais as frações responsáveis pelas mudanças verificadas na matéria orgânica entre esses plantios, a saber nas seguintes profundidades:

a. profundidade de 0-3 cm

Na camada de 0-3 cm (FIGURA 32, TABELA 3), o carbono total se apresenta com teores mais elevados no plantio com cobertura morta em relação ao convencional. Isso pode ser explicado pelas frações ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos ligados a soda, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato e aos ácidos húmicos ligados a soda, uma vez que essas frações apresentam diferenças significativas

estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade(TABELAS 21,25,27). É importante observar que há frações onde os teores de carbono diminuem nessa profundidade para o plantio com cobertura morta, como acontece com a matéria orgânica leve, hidrossolúveis, ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato e a fração humina.

FIGURA 32 COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*) NA PROFUNDIDADE DE 0-3 CM

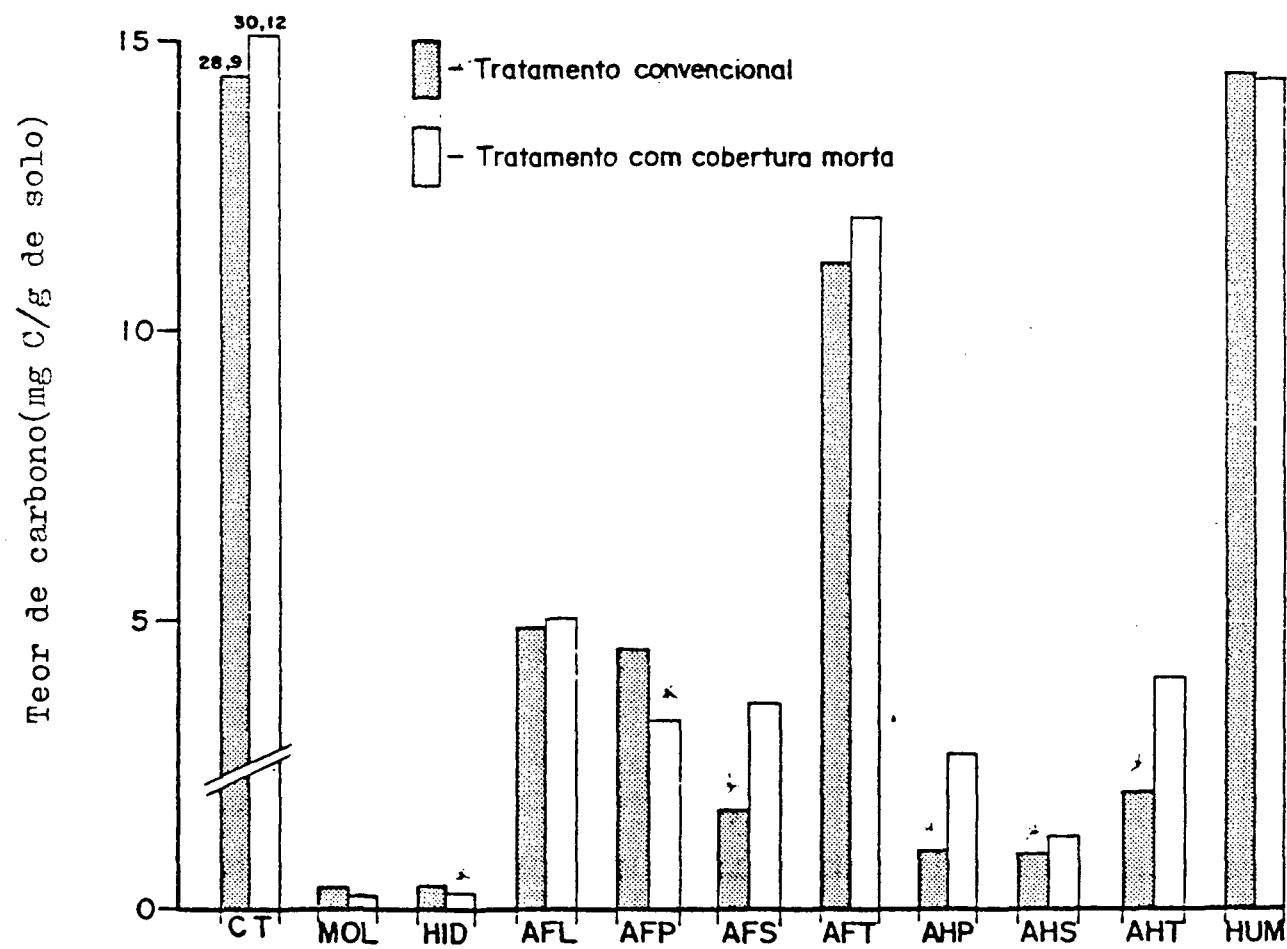


TABELA 3. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO
 SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
 COBERTURA MORTA NO CULTIVO DA MACIEIRA NA
 PROFUNDIDADE DE 0-3 cm.

Fração	Plantio convencional		Plantio c/cob. morta	
	mg C/g de solo	%relativa	mg C/g de solo	%relativa
Mat.Org. leve	0,43	1,48	0,27	0,86
Hidrossolúveis	0,47	1,55	0,33	1,43
Ac.Fúlv.livres	4,92	17,02	5,07	17,10
Ac.Fúlv.lig.pirof.	4,51	16,06	3,30	11,26
Ac.Fúlv.lig.soda	1,77	6,10	3,59	11,93
Ac.Fúlv.totais	11,20	38,76	11,96	39,72
Ac.Húm.lig.pirof.	1,07	3,66	2,74	9,14
Ac.Húm.lig.soda	1,01	3,48	1,33	4,44
Ac.Húm.totais	2,08	7,13	4,07	13,58
Ac.Fúlv.totais+				
Ac.Húm.totais	13,28	45,89	16,03	53,30
Humina	14,48	50,18	14,32	47,18
Subst.Húm.totais	28,64	99,20	30,96	103,00
Fração pirofosfato	5,58	19,38	6,05	20,40
Fração soda	2,78	9,58	4,92	16,37

b. profundidade de 3-6 cm

Na profundidade de 3-6 cm (FIGURA 33, TABELA 4) há uma diferença para o carbono total não significativa a nível estatístico de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey (TABELA 10), favorável ao plantio com cobertura morta, que pode ser explicada pelas frações ácidos húmicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e a humina (TABELA 21,27,33). Essas frações, apesar de não apresentarem diferenças significativas, provavelmente são responsáveis pela diferença observada no carbono total do plantio com cobertura morta nessa profundidade.

As frações, ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato e ácidos fúlvicos ligados a soda, se apresentam com teores mais elevados para o plantio convencional nessa profundidade, em relação ao plantio com cobertura morta. Tudo indica, que essas frações podem ser responsáveis pela pequena diferença encontrada no carbono total, em relação ao plantio com cobertura morta.

Como as diferenças entre as frações ácidos fúlvicos totais do plantio convencional se apresentam significativas a 5% de probabilidade (TABELA 2), na comparação das médias entre os dois tratamentos, há indícios de que o efeito da cobertura morta se distribui principalmente até a profundidade de 6 cm.

Mostra também, que há indícios de que as frações mais aderidas às partículas do solo, como as frações ácidos húmicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e humina, apresentam tendências a teores mais elevados no plantio com cobertura morta, assim como também, a fração ácidos fúlvicos livres, podem indicar que as frações menos aderidas estão presentes com mais abundância no plantio convencional. Esses aumentos e diminuições que ocorrem nas diferentes frações podem indicar uma mudança na matéria orgânica, influenciada provavelmente pela cobertura de acículas de Pinus na superfície do solo. A mudança observada nessa profundidade pode ser devida ao transporte dessas frações pelos macro e mesoorganismos para essa camada, ou ainda, pela influência do crescimento radicular diferenciado nessa região(FIGURA 30 e 31).

FIGURA 33 COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*) NA PROFUNDIDADE DE 3-6 CM

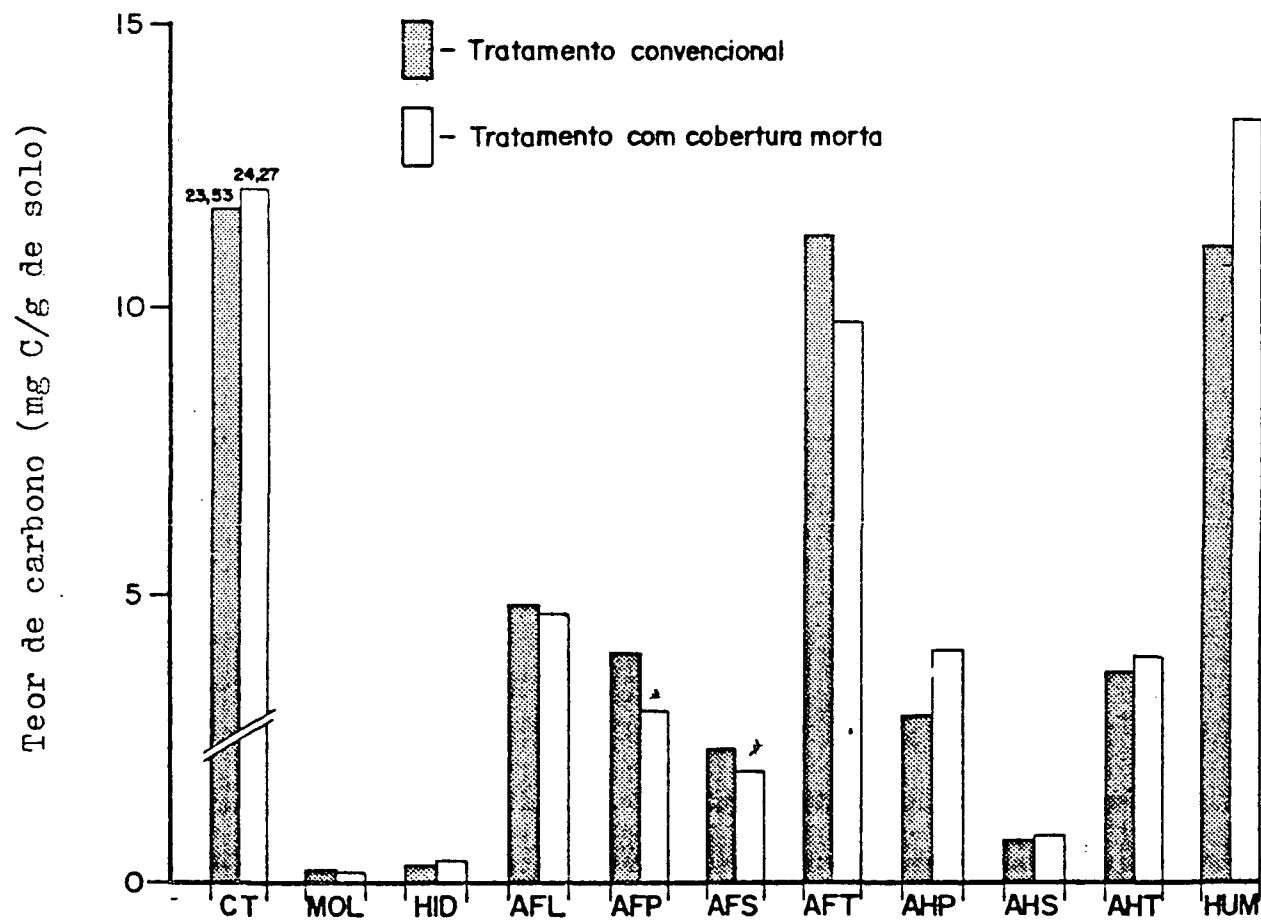


TABELA 4. COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO
SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
COBERTURA MORTA NO CULTIVO DA MACIEIRA NA
PROFUNDIDADE DE 3-6 cm.

Fração	Plantio convencional		Plantio c/cob. morta	
	mg C/g de solo	%relativa	mg C/g de solo	%relativa
Mat.Org. leve	0,25	1,05	0,22	0,95
Hidrossolúveis	0,33	1,41	0,35	1,43
Ac.Fúlv.livres	4,87	20,66	4,73	19,74
Ac.Fúlv.lig.pirof.	4,06	17,45	3,06	12,97
Ac.Fúlv.lig.soda	2,39	10,17	1,91	7,82
Ac.Fúlv.totais	11,32	48,11	9,70	39,98
Ac.Húm.lig.pirof.	2,94	12,40	3,10	13,15
Ac.Húm.lig.soda	0,79	3,34	0,89	3,71
Ac.Húm.totais	3,73	15,74	3,98	16,86
Ac.Fúlv.totais+				
Ac.Húm.totais	15,05	63,85	13,68	56,84
Humina	11,14	47,49	13,32	54,88
Subst.Húm.totais	26,77	113,98	27,59	113,37
Fração pirofosfato	7,00	29,85	6,16	26,15
Fração soda	3,18	13,51	2,80	11,53

c. profundidade de 6-15 cm:

No plantio com cobertura morta (FIGURA 34, TABELA 5), há uma diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% de probabilidade, com os teores de carbono mais elevados na camada de 6-15 cm de profundidade. Essa diferença pode ser explicada pelas frações hidrossolúveis, ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos ligados a soda, ácidos húmicos ligados a soda e a humina.

Como na camada anterior, os aumentos verificados nas diversas frações, principalmente na humina podem significar mudanças nos níveis de acumulação dessas frações com a aplicação de acículas de Pinus como cobertura morta. Pode ainda, indicar a possibilidade de transporte da matéria orgânica das acículas, para esta camada, pela ação de organismos.

A frações matéria orgânica leve e ácidos fúlvicos livres apresentam um pico, no sentido de maior quantidade, significativo nessa profundidade (FIGURA 34), demonstrando assim, que provavelmente as raízes tiveram contribuição para o aumento verificado, favorecendo ainda, uma maior atividade microbiana nessa camada, devido ao efeito rizosférico (ROVIRA¹⁰⁸; DOMERGUES & MANGENOT²⁹), (FIGURAS 30 e 31). Acredita-se que uma maior atividade microbiana influi na síntese das substâncias húmicas nessa camada. Pode-se salientar que nessa camada ocorre a liberação de exudatos das

raízes, que contribuem grandemente para o aumento das substâncias húmicas(ROVIRA¹⁰⁸).

FIGURA 34 COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*) NA PROFUNDIDADE DE 6-15 CM

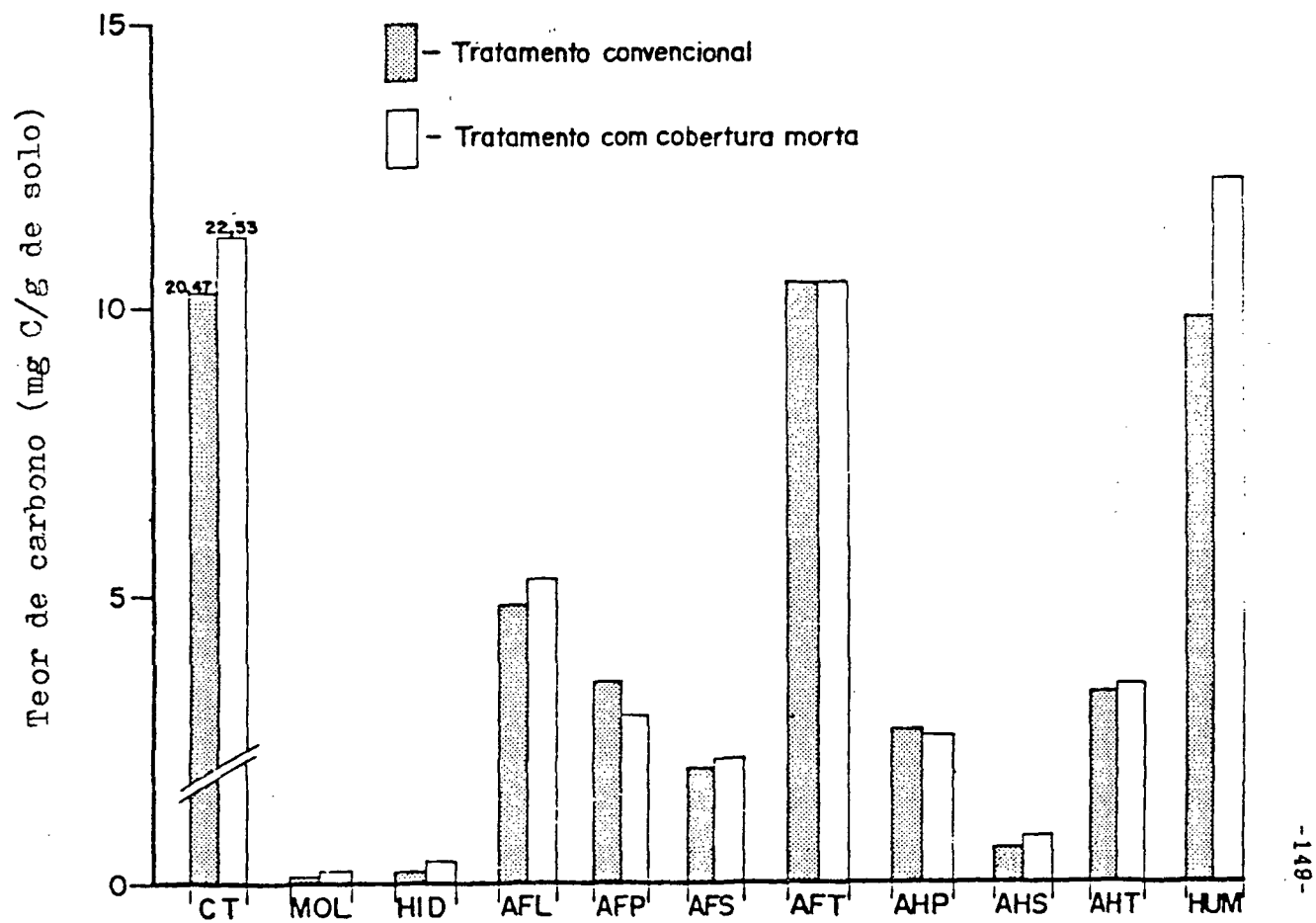


TABELA 5. COMPOSIÇÃO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO
 SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
 COBERTURA MORTA NO CULTIVO DA MACIEIRA NA
 PROFUNDIDADE DE 6-15 cm.

Fração	Plantio convencional		Plantio c/cob. morta	
	mg C/g de solo	%relativa	mg C/g de solo	%relativa
Mat.Org. leve	0,17	0,83	0,23	1,04
Hidrossolúveis	0,27	1,34	0,41	1,84
Ac.Fúlv.livres	4,85	23,64	5,32	23,80
Ac.Fúlv.lig.pirof.	3,54	17,19	2,94	13,30
Ac.Fúlv.lig.soda	2,05	10,04	2,20	9,85
Ac.Fúlv.totais	10,45	51,03	10,46	46,41
Ac.Húm.lig.pirof.	2,71	13,20	2,58	11,48
Ac.Húm.lig.soda	0,65	3,14	0,85	3,77
Ac.Húm.totais	3,36	16,42	3,43	15,26
Ac.Fúlv.totais+				
Ac.Húm.totais	13,81	67,45	13,89	61,67
Humina	9,82	47,95	12,26	53,91
Subst.Húm.totais	24,06	117,59	26,79	119,03
Fração pirofosfato	6,25	30,37	5,52	24,79
Fração soda	2,70	13,18	3,05	13,62

d. profundidade de 15-25 cm:

Na profundidade de 15-25 cm (FIGURA 35, TABELA 6), há um aumento estatisticamente significativo dos teores de carbono total no plantio com cobertura morta em relação ao plantio convencional, aumento esse, explicado pela presença de maiores teores na fração matéria orgânica leve, ácidos fúlvicos livres, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato e a humina.

A fração matéria orgânica leve e a fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato provavelmente podem explicar a diferença observada entre os dois plantios, convencional e com cobertura morta, para o carbono total. Essas frações obtiveram significância estatística ao nível de 5% de probabilidade na comparação das médias pelo teste de Tukey (TABELA 12, 22). As demais frações que se apresentam com teores mais elevados no plantio com cobertura morta, apesar de não significativos a nível estatístico, contribuem no aumento do carbono total no solo.

FIGURA 35 COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*) NA PROFUNDIDADE DE 15-25 CM

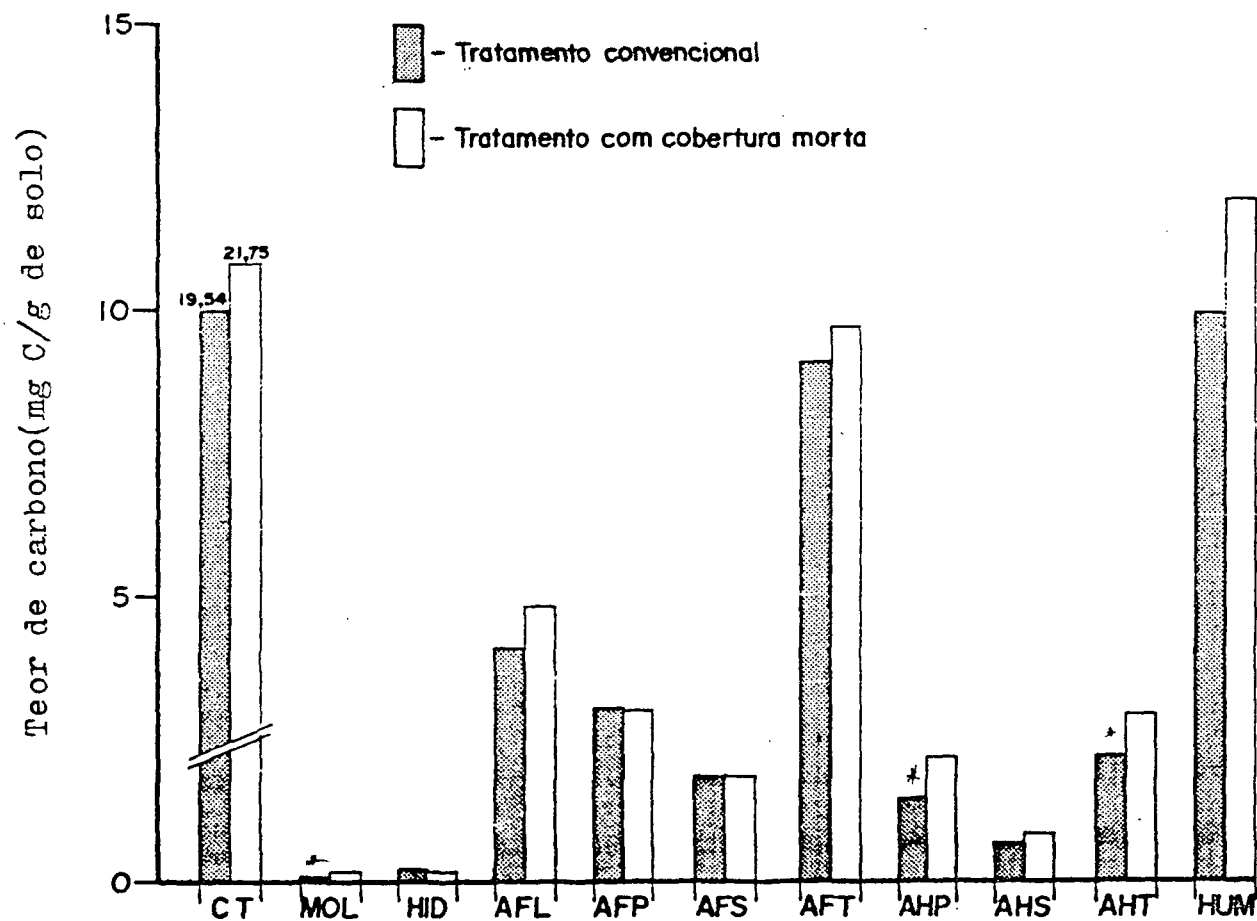


TABELA 6. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO
SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO
COM COBERTURA MORTA NO CULTIVO DA
MACIEIRA NA PROFUNDIDADE DE 15-25 cm.

Fração	Plantio convencional		Plantio c/cob. morta	
	mg C/g de solo	%relativa	mg C/g de solo	%relativa
Mat.Org.leve	0,07	0,37	0,22	1,00
Hidrossolúv.	0,26	1,34	0,24	1,12
Ac.Fúlv.livres	4,14	21,31	4,83	22,48
Ac.Fúlv.lig.pirof.	3,09	15,84	3,01	14,07
Ac.Fúlv.lig.soda	1,87	9,54	1,87	8,72
Ac.Fúlv.totais	9,11	46,61	9,71	44,65
Ac.Húm.lig.pirof.	1,50	7,63	2,24	10,16
Ac.Húm.lig.soda	0,74	3,80	0,87	3,92
Ac.Húm.totais	2,24	11,42	2,94	13,30
Ac.Fúlv.totais+				
Ac.Húm.totais	11,35	58,03	12,65	57,95
Humina	9,91	50,90	11,94	54,95
Subst.Húm.totais	21,59	110,77	25,05	114,89
Fração pirofosfato	4,59	23,47	5,25	24,23
Fração soda	2,61	13,37	2,74	12,64

e. profundidade de 25-40 cm:

Na profundidade de 25-40 cm (FIGURA 36, TABELA 7), há uma diferença estatisticamente significativa entre os plantios, para o carbono total. Diferença essa dos teores de carbono total mais elevados, para o plantio com cobertura morta de acículas de Pinus. Essa diferença positiva para o plantio com cobertura morta provavelmente pode ser explicada pelas frações matéria orgânica leve, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato e ácidos húmicos ligados a soda, uma vez que essas frações tiveram significância estatística na comparação das médias entre os plantios (TABELA 12, 22, 28), apresentando-se com teores mais elevados para o plantio com cobertura morta.

As demais frações, assim como hidrossolúveis, ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos ligados a soda e a humina, que apresentam teores mais elevados no plantio com cobertura morta, contribuem para o aumento verificado nesse tratamento. Nessa profundidade, houve teores mais elevados em todas as frações no plantio com cobertura morta. Como somente as frações matéria orgânica leve e as frações ácidos húmicos tiveram significância estatística (TABELA 12, 22, 28), a favor do plantio com cobertura morta, provavelmente seriam essas frações que poderiam justificar o aumento encontrado para o

carbono total no plantio com cobertura morta.

As diferenças constatadas nas diversas frações, nessas profundidades, podem indicar uma mudança na dinâmica da matéria orgânica com a cobertura das acículas de Pinus, sendo que essas diferenças podem ser devido a presença da macro e da meso fauna, que se observou serem mais abundantes quando da coleta de amostras até esta profundidade, no plantio com cobertura morta, favorecida ainda, pelo sistema radicular mais desenvolvido na profundidade de 15-25 cm.

FIGURA 36 COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO EM TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp* EM CULTIVO DE MACIEIRA (*Malus domestica*) NA PROFUNDIDADE DE 25-40 CM

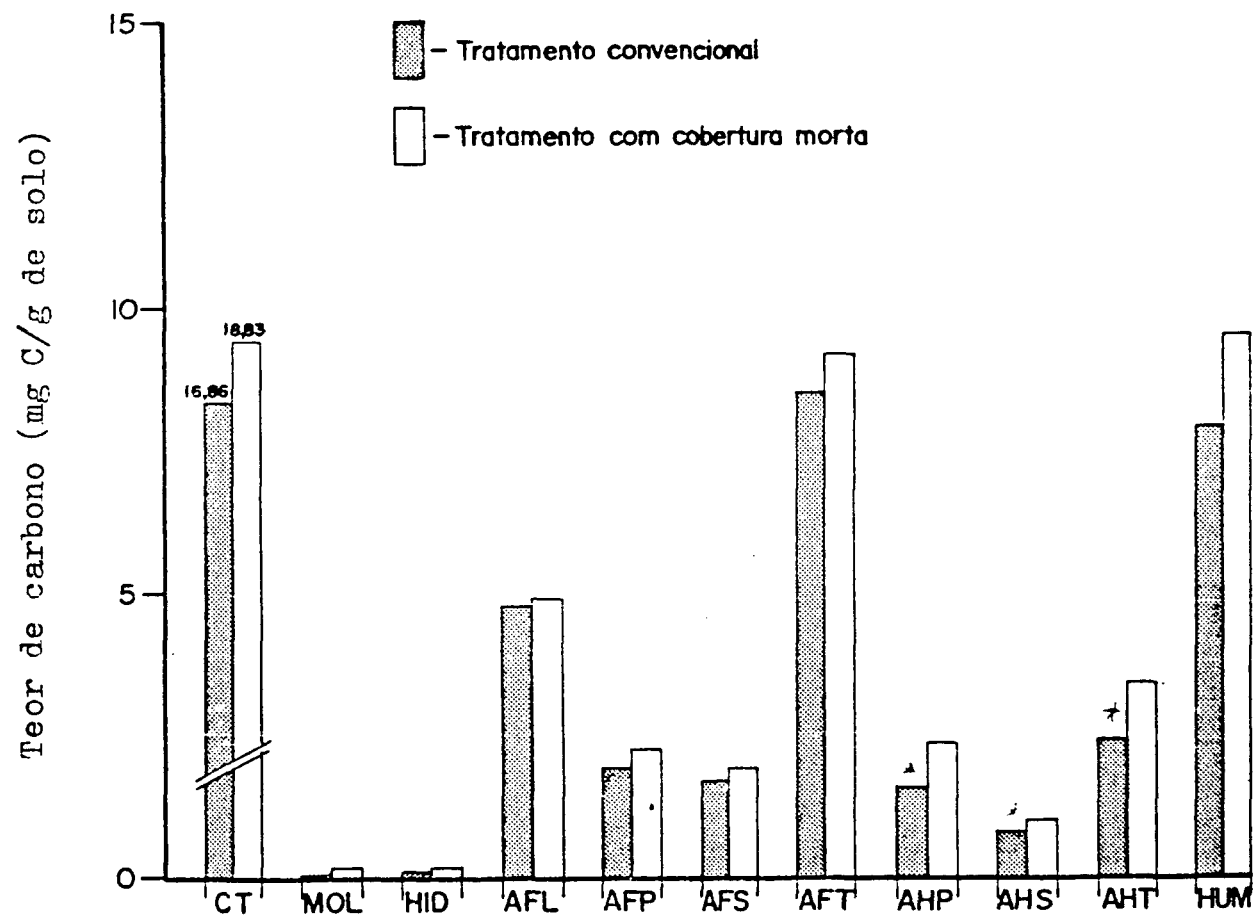


TABELA 7. COMPOSICAO DA MATERIA ORGANICA DO SOLO
 SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO
 COM COBERTURA MORTA NO CULTIVO DA
 MACIEIRA NA PROFUNDIDADE DE 25-40 cm.

Fração	Plantio convencional		Plantio c/cob. morta	
	mg C/g de solo	%relativa	mg C/g de solo	%relativa
Mat.Org.leve	0,07	0,38	0,22	1,18
Hidrossolúv.	0,16	0,93	0,22	1,16
Ac.Fúlv.livres	4,79	28,61	4,96	26,52
Ac.Fúlv.lig.pirof.	1,97	11,56	2,26	11,95
Ac.Fúlv.lig.soda	1,78	10,69	1,99	10,54
Ac.Fúlv.totais	8,54	50,63	9,21	48,89
Ac.Húm.lig.pirof.	1,65	9,69	2,40	12,78
Ac.Húm.lig.soda	0,82	4,86	1,07	5,65
Ac.Húm.totais	2,47	14,55	3,47	18,44
Ac.Fúlv.totais+				
Ac.Húm.totais	11,01	65,18	12,68	67,33
Humina	7,96	46,93	9,49	50,06
Subst.Húm.totais	19,20	113,42	22,61	119,73
Fração pirofosfato	3,62	21,24	4,65	24,73
Fração soda	2,60	15,56	3,06	16,20

4.7 VARIACAO RELATIVA DOS TEORES DE CARBONO DAS DIFERENTES FRACOES NAS DIVERSAS PROFUNDIDADES.

Para demonstrar a variação relativa nas diferentes camadas dos perfis analisados, foram resumidos os valores relativos referentes aos teores de carbono nas frações da matéria orgânica e comparadas às variações observadas entre o plantio convencional e o plantio com cobertura morta. Essas observações são apresentadas a seguir.

Comparando-se as variações relativas entre os plantios convencional (FIGURA 37,38), e com cobertura morta de acículas de Pinus, verifica-se que ocorre uma diminuição da fração matéria orgânica leve, no plantio com cobertura morta em relação ao plantio convencional nas camadas de 0-3 cm e 3-6 cm, sendo que nas profundidades seguintes há uma variação relativa com teores mais elevados para o plantio com cobertura morta.

Observa-se uma variação na fração hidrossolúvel na camada de 0-3 cm quando os valores relativos variam aumentando para o plantio convencional, e na camada de 6-15 cm uma variação positiva para o plantio com cobertura morta,

com teores mais elevados nessa camada, diminuindo na camada seguinte. Na última camada houve novamente um aumento nos teores de carbono, verificados no plantio com cobertura morta.

Quando se compara a fração ácidos fúlvicos livres, pode-se notar que ocorrem pequenas variações, aumentando e diminuindo, entretanto, não significativos ao longo dos perfis, sendo que somente na última camada observa-se teores levemente inferiores para o plantio com cobertura morta.

Quando se compara a fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato no plantio convencional, verifica-se variações principalmente até a camada de 6-15 cm em teores elevados.

Quando se compara a fração ácidos fúlvicos ligados a soda, observa-se uma variação na primeira camada com valores mais elevados para o plantio com cobertura morta, e a partir da camada de 3-6 cm de profundidade com valores mais elevados para o plantio convencional. Pode-se notar que através dessas análises ocorre uma tendência a diminuição das frações menos aderidas dos ácidos fúlvicos no plantio com cobertura morta. No entanto, quando se compara a variação na fração ácidos húmicos ligados ao pirofosfato, há um aumento no plantio com cobertura morta nas duas primeiras camadas, diminuindo a seguir, quando então, novamente aumenta a variação nas camadas de 15-25 cm e 25-40 cm. Para a fração ácidos húmicos ligados a soda, o plantio com cobertura morta

tem uma variação relativa positiva, aumentando os teores de carbono em praticamente todas as camadas. O mesmo não acontece para a fração humina, onde se verifica uma diminuição dos teores relativos de carbono na camada de 0-3 cm. Nas camadas seguintes até 25-40 cm de profundidade, há uma variação positiva para o plantio com cobertura morta. Essas análises comparativas indicam estar havendo uma predominância das frações mais aderidas às partículas de argila do solo sob plantio com cobertura morta, demonstrada pelo aumento das frações, principalmente dos ácidos húmicos ligados a soda e a humina.

FIGURA 37 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRAÇÕES: MATERIA ORGÂNICA LEVE, HIDROSSOLÚVEIS, ÁCIDOS FÚLVICOS LIVRES, ÁCIDOS FÚLVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ÁCIDOS FÚLVICOS LIGADOS A SODA, ÁCIDOS HÚMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ÁCIDOS HÚMICOS LIGADOS A SODA E A HUMINA

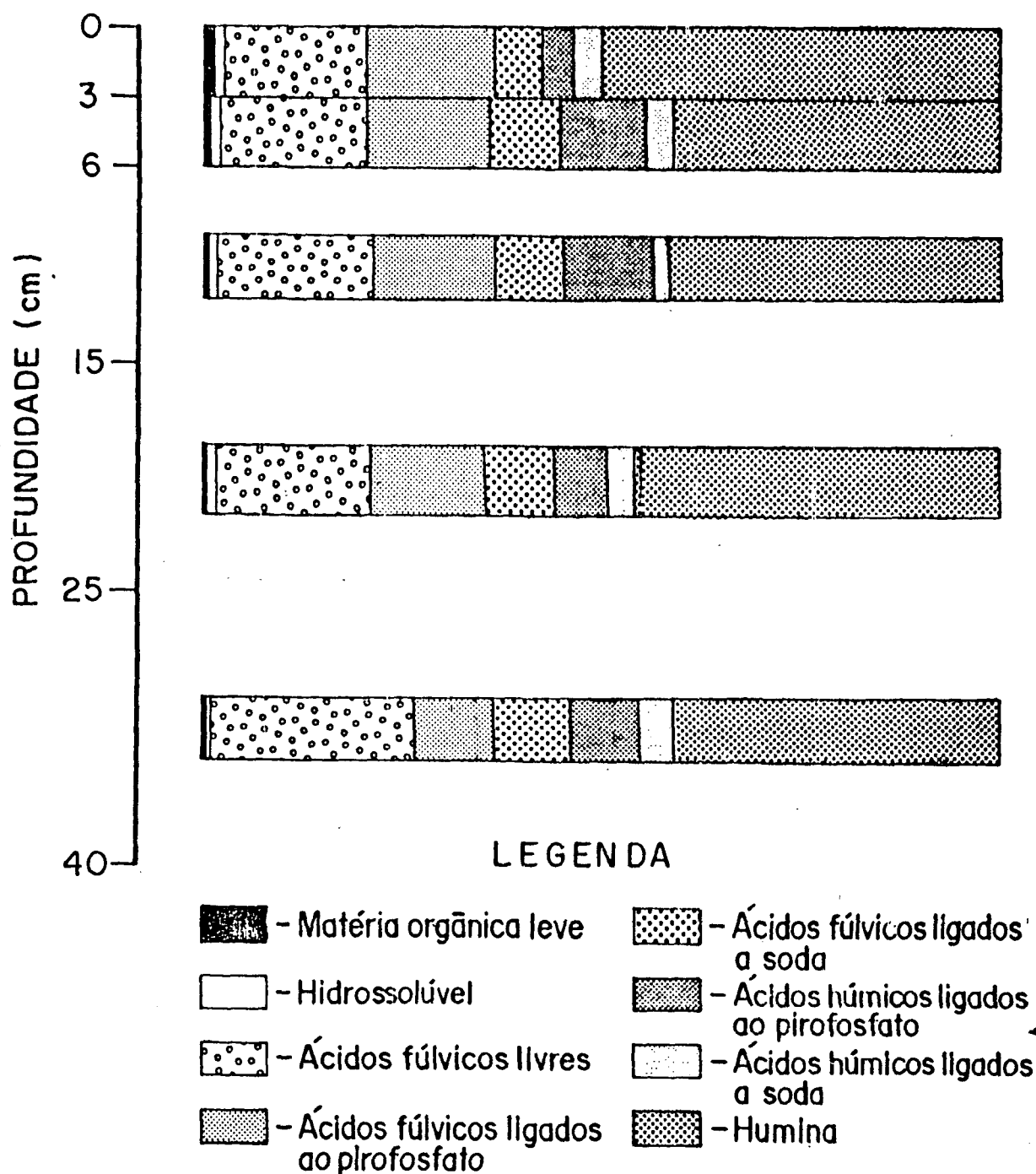
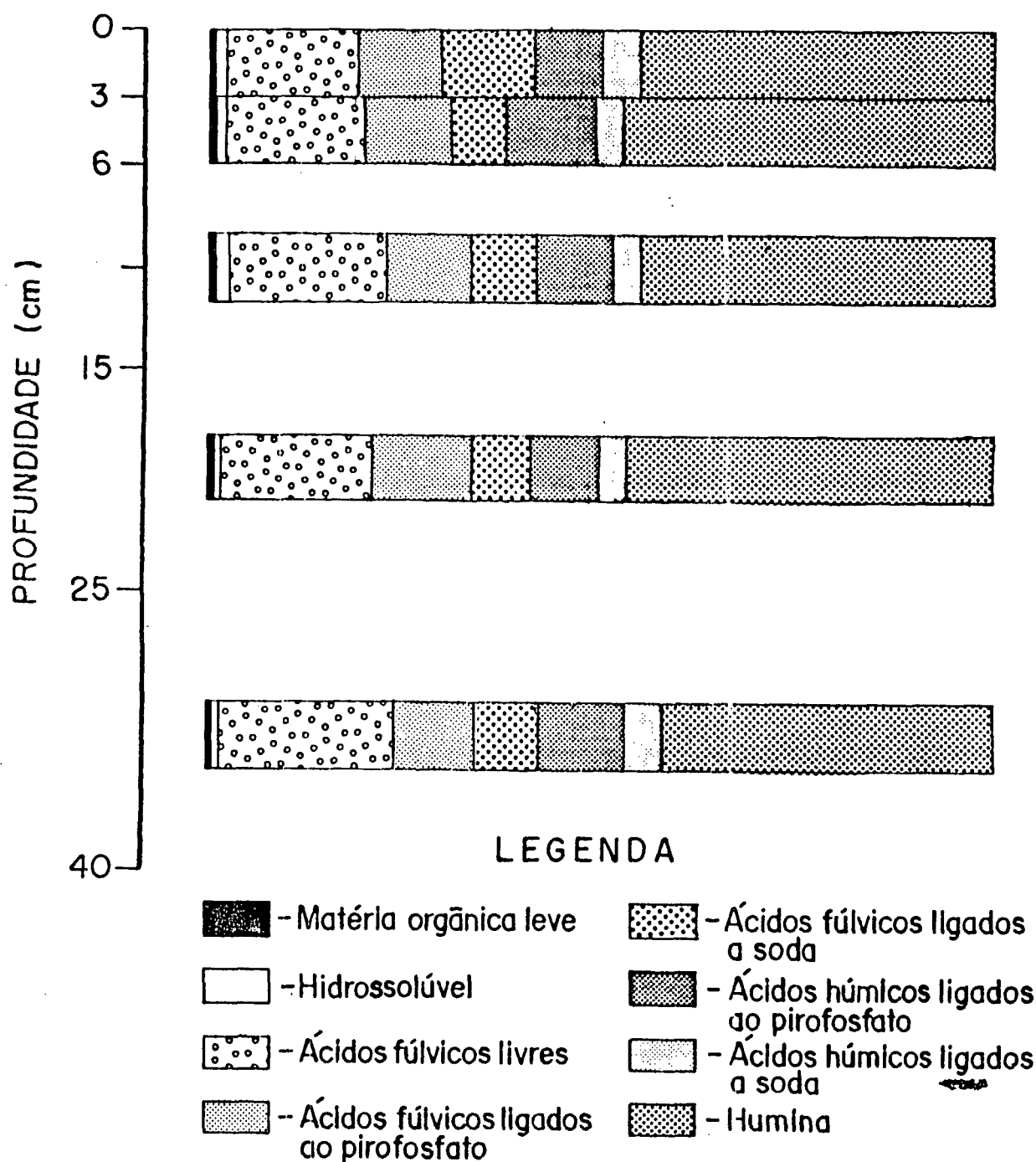


FIGURA 38 TWORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACÍCULAS DE Pinus NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRAÇÕES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLUVEIS, ÁCIDOS FULVICOS LIVRES, ÁCIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ÁCIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA, ÁCIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO, ÁCIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA E A HUMINA



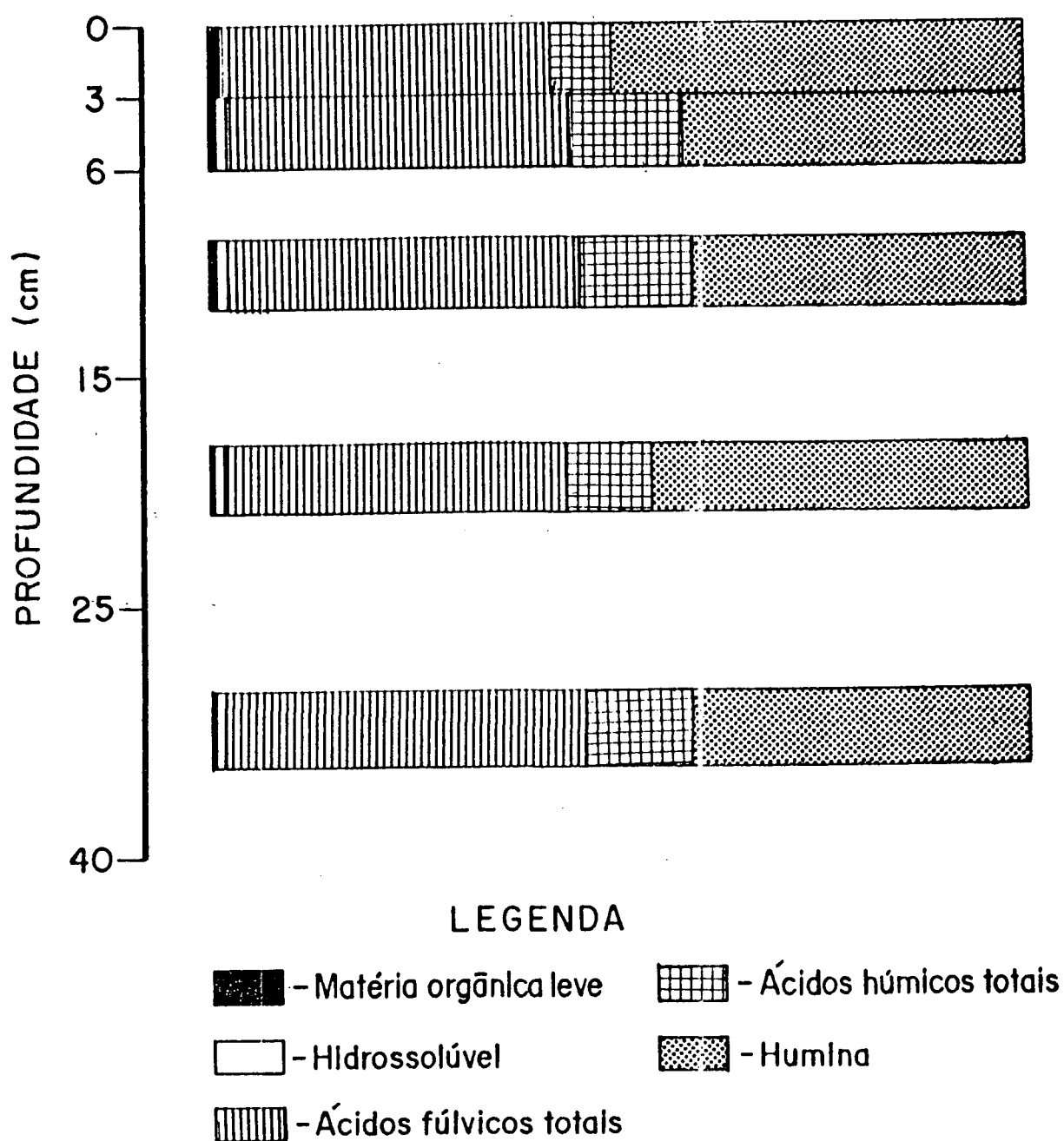
Comparando-se os perfis relativos ao plantio convencional e com cobertura morta (FIGURA 39,40), nota-se que as variações qualitativas relativas aos teores de carbono da fração ácidos fúlvicos totais, tem um pequeno aumento no plantio com cobertura morta na camada de 0-3 cm. Na camada de 3-6 cm há uma variação de teores inferiores, no plantio com cobertura morta em relação ao plantio convencional nessa camada. Nas camadas de 6-15 cm e 15-25 cm praticamente não há variações.

Quando se analisa a fração ácidos húmicos totais, nota-se uma variação positiva em praticamente todas as camadas no plantio com cobertura morta principalmente na camada de 0-3 cm e na camada de 15-25 cm de profundidade.

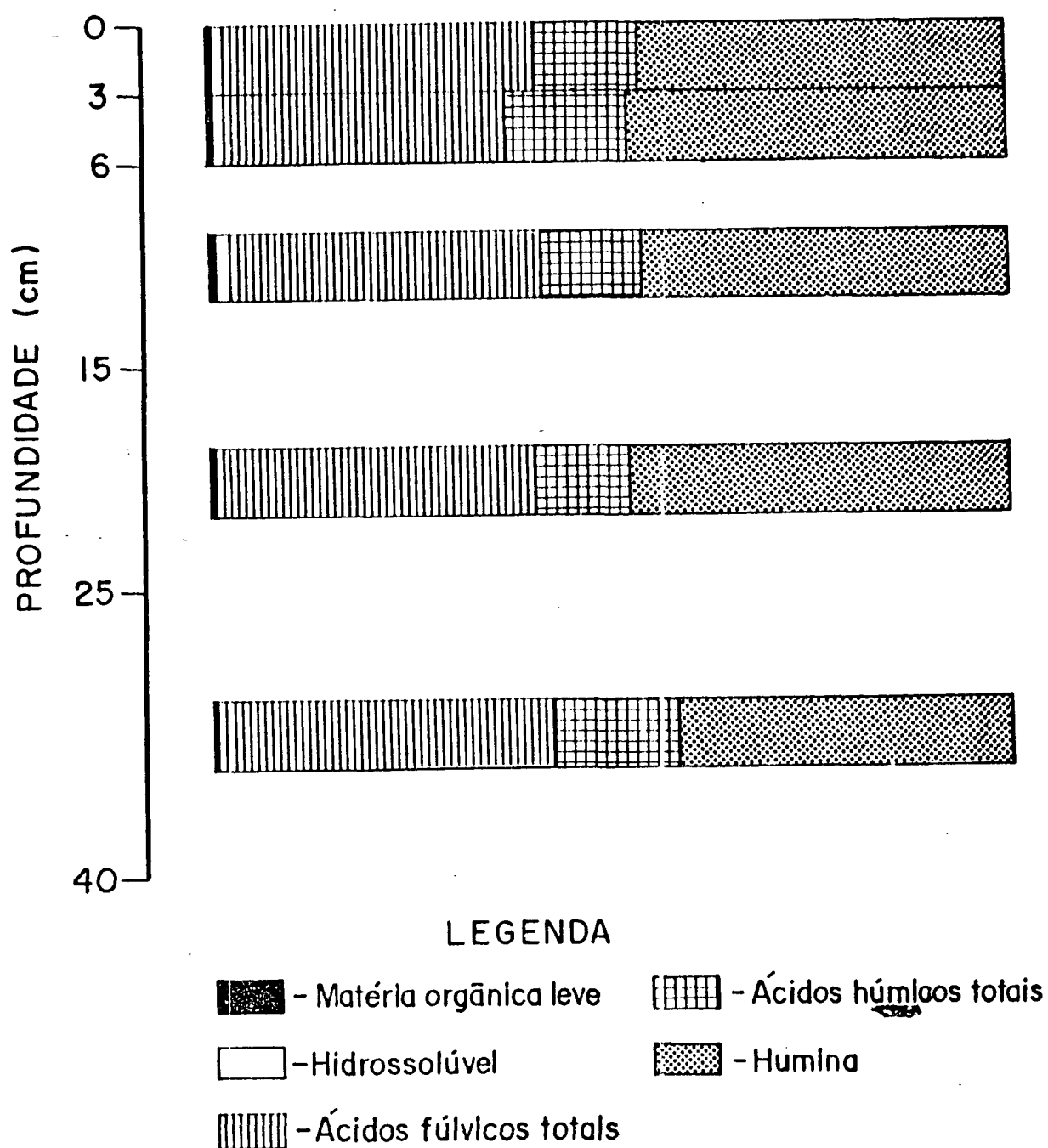
Analisando-se a fração humina, constata-se ainda, que na camada de 0-3 cm há variação relativa na primeira profundidade diminuindo os teores no plantio com cobertura morta. Nas demais camadas, uma variação, aumentando os teores relativos no plantio com cobertura morta.

Através da análise dessas comparações, observa-se mais uma vez, a tendência a aumentos das frações mais aderidas, comprovadas pelo aumento da fração ácidos húmicos totais e da humina no plantio com cobertura morta.

FIGURA 39 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLAN-
TIO CONVENCIONAL NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES
DAS FRAÇÕES :MATERIA ORGANICA LEVE,HIDROSSOLÚ -
VEIS ,ÁCIDOS FULVICOS TOTAIS,ÁCIDOS HUMICOS TO-
TAIS E HUMINA



FIGUA 40 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACÍCULAS DE Pinus NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRAÇÕES :MATERIA ORGANICA LEVE,HIDROSSOLUVEIS, ÁCIDOS FULVICOS TOTAIS,ÁCIDOS HUMICOS TOTAIS E HUMINA

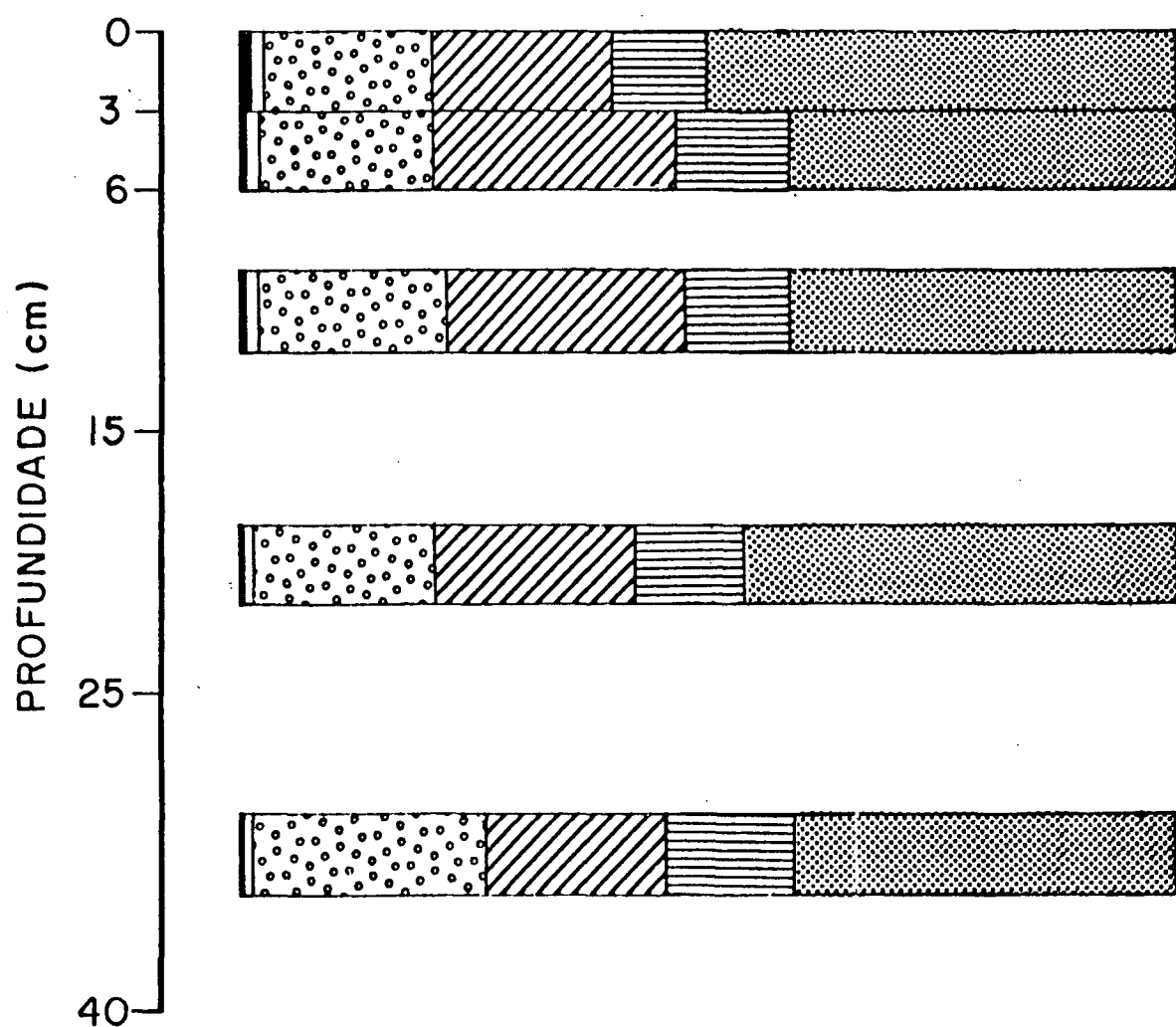


Analisando-se as frações ácidos fúlvicos livres, fração pirofosfato e a fração soda (FIGURA 41,42), verifica-se que há uma pequena variação relativa, diminuindo os teores de carbono na fração ácidos fúlvicos livres no plantio com cobertura morta, principalmente na camada de 3-6 cm e 25-40 cm de profundidade.

Quando se compara a fração soda, observa-se variações relativas nas duas primeiras camadas, sendo que na camada de 0-3 cm há uma variação aumentando os teores no plantio com cobertura morta na camada de 3-6 cm. Há também uma diminuição de teores relativos de carbono, entretanto, nas camadas seguintes praticamente não ocorre variações. O aumento verificado na primeira camada pode ser explicado pelo aumento da fração ácidos fúlvicos ligados a soda nessa camada e 0-3 cm de profundidade.

Os dados apresentados referentes a variação relativa dos teores de carbono nas diferentes frações e nas diferentes camadas, indicam que a cobertura morta de acículas de Pinus, promoveu uma mudança na qualidade da matéria orgânica do solo, sob cobertura morta, proporcionando ainda, o aumento das frações mais aderidas às partículas de argila do solo, comprovando os resultados das comparações anteriores.

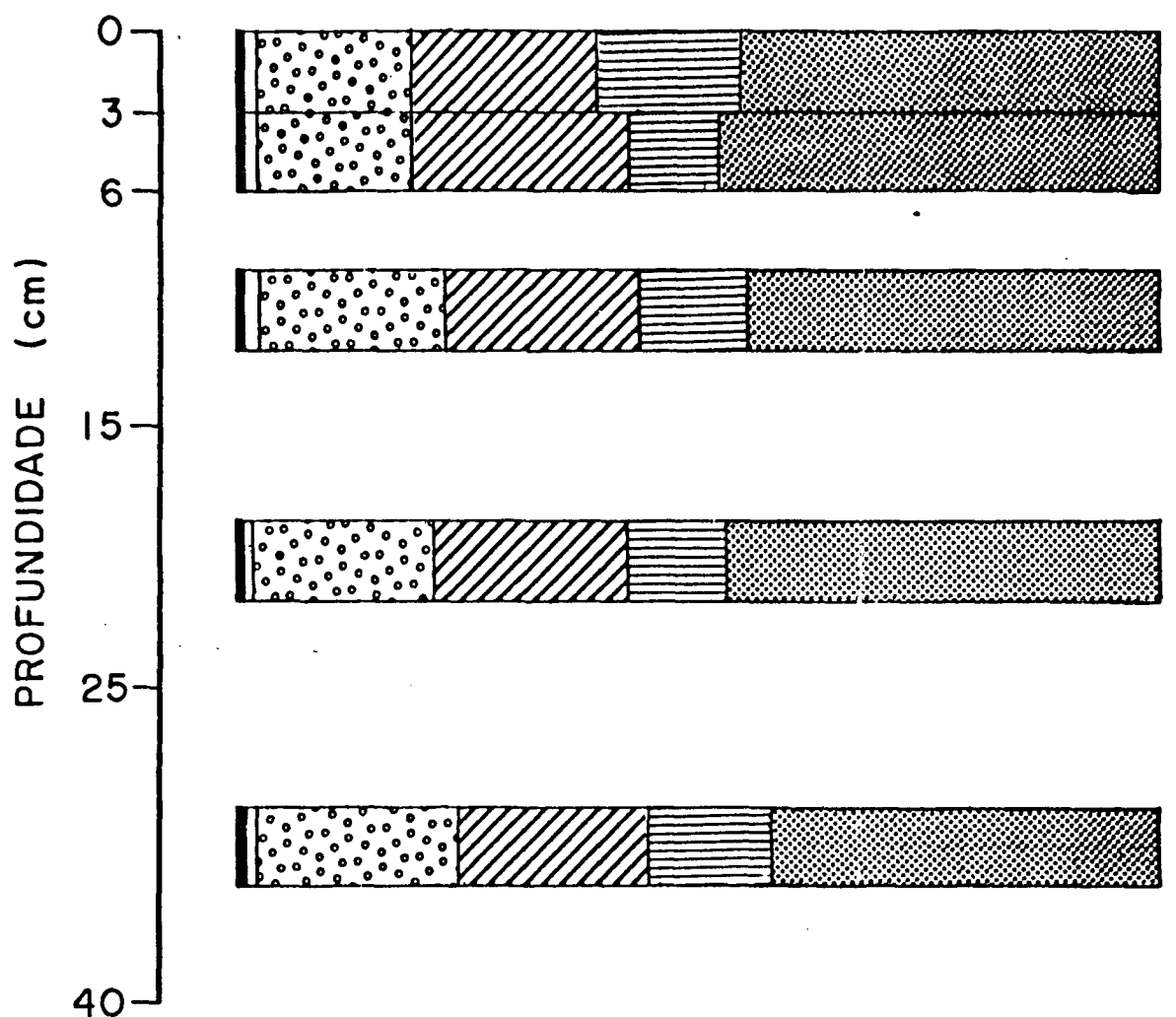
FIGURA 41 TEORES RELATIVOS DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLAN-
TIO CONVENCIONAL, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS
FRAÇÕES: MATERIA ORGANICA LEVE, HIDROSSOLÚVEIS, ÁCI-
DOS FULVICOS LIVRES, FRAÇÃO PIROFOSFATO, FRAÇÃO SO-
DA E HUMINA



LEGENDA

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| - Hidrossolúvel | - Fração pirofosfato |
| - Ácidos fúlvicos livres | - Fração soda |
| - Humina | |

FIGURA 42 TEORES DE CARBONO NOS PERFIS SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACÍCULAS DE *Pinus* NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DAS FRAÇÕES: MATERIA ORGÂNICA LEVE, HIDROSSOLÚVEIS, ÁCIDOS FÚLVICOS LIVRES, FRAÇÃO PIROFOSFATO FRAÇÃO SODA E HUMINA



LEGENDA

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| - Matéria orgânica leve | - Fração pirofosfato |
| - Hidrossolúvel | - Fração soda |
| - Ácidos fúlvicos livres | - Humina |

4.8 VARIACOES DAS RELACOES ENTRE AS DIFERENTES FRACOES DAS SUBSTANCIAS HUMICAS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA.

Tendo em vista as alterações qualitativas e quantitativas da matéria orgânica no solo sob plantio com cobertura morta, em relação ao plantio convencional, e das tendências do efeito das acículas de Pinus, fêz-se uma análise das relações das diferentes frações entre os dois tipos de plantio.

Na análise das frações ácidos fúlvicos(TABELA 8,9), a fração ácidos fúlvicos livres são as mais abundantes, aumentando em profundidade até a camada de 15-25 cm no plantio com cobertura morta. No entanto, uma análise de relação AFL/AH (TABELA 8,9) revela uma diminuição das frações ácidos fúlvicos livres no plantio com cobertura morta em praticamente todas as camadas, com exceção da camada de 6-15 cm, onde a relação obtida se apresenta maior no plantio com cobertura morta, indicando assim, uma tendência a diminuição dessa fração pouco aderida, nesse tratamento. Essa relação difere da obtida por KAHIL⁵², quando encontrou uma relação

praticamente equivalente no florestamento com Pinus em relação ao campo nativo. Nesse experimento, ocorreu um diminuição dessa fração no plantio com cobertura morta de acículas.

Quando se analisa a relação AFP/AF(TABELA 8,9), nota-se que em proporção, é mais elevada no plantio convencional, com exceção da camada de 25-40 cm de profundidade.

A relação AFP/AH demonstra uma diminuição da fração ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato no plantio com cobertura morta, tendo essa fração uma relação bastante elevada a favor do plantio convencional.

Na análise da fração ácidos fúlvicos ligados a soda em relação aos ácidos fúlvicos totais(TABELA 8,9), verifica-se que houve um aumento dessa fração no plantio com cobertura morta, com exceção das camadas de 3-6 cm e 15-25 cm, onde a relação foi superior para o plantio convencional. Mas quando se relaciona essa fração com os ácidos húmicos totais(TABELA 8,9), observa-se que houve uma relação superior apenas na camada superficial e na camada de 6-15 cm, sendo as demais superiores para o plantio convencional.

A análise das frações ácidos fúlvicos em relação aos ácidos fúlvicos totais e aos ácidos húmicos totais(TABELA 8,9), revela uma tendência a aumento dos ácidos fúlvicos mais polimerizados no plantio com cobertura morta, uma vez que os

ácidos fúlvicos ligados a soda tendem a aumentar no solo sob esse tipo de plantio.

A análise das relações dos ácidos húmicos ligados ao pirofosfato e ácidos húmicos totais(TABELA 8,9), revela uma variação no aumento dessa fração no solo, no plantio com cobertura morta, com exceção das camadas de 3-6 cm e 6-15 cm de profundidade.

Entretanto, a relação AFS/AH(TABELA 8,9), indica uma tendência a aumentos dessa fração nas camadas de 3-6 cm e 6-15 cm no plantio com cobertura morta.

Através da relação AF/AH(TABELA 8,9), concluiu-se que os ácidos húmicos representam a principal fração em relação aos ácidos fúlvicos em todas as camadas do solo no plantio com cobertura morta. Isto indica que as frações mais aderidas se apresentam com uma tendência a maiores quantidades no plantio com cobertura morta, já que a relação humina/carbono total(TABELA 8,9), foi maior nesse tratamento, apesar da primeira camada sempre se encontrar superior no plantio convencional.

Os resultados obtidos através dessas relações, concordam com os obtidos por KAHIL⁵⁹, no sentido de que no solo sob cobertura de acículas de Pinus, tendem a apresentar aumento das frações mais aderidas em relação às menos aderidas, apesar das frações obtidas com maior abundância no experimento de KAHIL⁵⁹, terem sido os ácidos fúlvicos ligados

ao pirofosfato e os ácidos húmicos ligados a soda. Em nosso experimento, observou-se aumentos da fração ácidos fúlvicos ligados a soda e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato a partir da camada de 6 cm.

A relação humina/carbono total, confere com a obtida por KAHIL⁵⁹, que obteve quantidades superiores dessa fração a partir da segunda camada no solo sob cobertura de acículas de Pinus.

Essas variações encontradas nas diferentes relações, sugerem que o efeito direto da cobertura se verifica apenas até a segunda camada, no máximo até 6 cm de profundidade, tendo em vista que essas relações indicam aumento das frações mais aderidas a partir dessa camada, ocorrendo acúmulo das frações menos aderidas nas camadas próximas à superfície principalmente das frações ácidos fúlvicos menos polimerizados(ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato).

TABELA 8. RELACAO DAS DIFERENTES FRACOES EM RELACAO AOS ACIDOS HUMICOS TOTAIS NOS PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM COBERTURA MORTA DE ACICULAS DE *Pinus spp.*

Profundidade cm	H/CT		AP/AH		APL/AH		APP/AH		APS/AH		ARP/AH		AES/AH	
	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta	Convenc.	C/cob.morta
0-3	0.50	0.48	5.39	2.93	2.37	1.24	2.17	0.81	0.85	2.88	0.52	0.67	0.48	0.33
3-6	0.47	0.55	3.04	2.44	1.31	1.19	1.09	0.77	0.64	0.48	0.79	0.78	0.21	0.22
6-15	0.48	0.54	3.11	3.05	1.44	1.55	1.95	0.86	0.61	0.64	0.81	0.75	0.19	0.25
15-25	0.51	0.55	4.07	3.30	1.85	1.54	1.38	1.02	0.84	0.64	0.67	0.76	0.33	0.29
25-40	0.47	0.50	3.45	2.65	1.94	1.42	0.30	0.65	0.72	0.57	0.67	0.69	0.33	0.31

TABELA 9. RELACAO DAS DIFERENTES SUBSTANCIAIS NOMICAS NOS
PERFIS SOB PLANTIO CONVENCIONAL E SOB PLANTIO COM
COBERTURA MORTA DE ADICULAS DE *Pinus spp.*

Ind.	AF/AH conv.	AFL/AH conv.	AFP/AH conv.	AFS/AH conv.	AHP/AH conv.	AME/AH conv.	AFL/AF conv.	AFP/AF conv.	AFS/AF conv.	AFL/Afto	AFP/Afto	AFS/Afto	AME/Afto	AFS/Afto	
Ind.	AF/AH c/cob.m.	AFL/AH c/cob.m.	AFP/AH c/cob.m.	AFS/AH c/cob.m.	AHP/AH c/cob.m.	AME/AH c/cob.m.	AFL/AF c/cob.m.	AFP/AF c/cob.m.	AFS/AF c/cob.m.	conv.	c/cob.m.	conv.	c/cob.m.	conv.	c/cob.m.
3	1.84	1.91	2.65	0.97	0.78	1.45	1.05	1.43	0.53	0.44	0.42	0.46	0.28	0.16	0.30
6	1.75	1.10	1.42	1.33	1.01	0.95	0.82	1.13	1.05	0.43	0.49	0.56	0.22	0.21	0.20
15	1.72	0.93	1.22	0.55	1.08	0.75	0.90	1.21	0.95	0.45	0.51	0.54	0.20	0.20	0.21
25	1.73	1.12	1.35	1.01	0.88	1.14	0.50	1.10	1.11	0.48	0.50	0.34	0.31	0.11	0.19
40	1.90	1.36	1.23	1.25	0.97	1.06	1.04	0.96	0.95	0.15	0.54	0.23	0.24	0.21	0.22

4.9 EFEITO DA COBERTURA MORTA NA MATERIA ORGANICA DO SOLO, E POSSIVEIS HIPOTEESES PARA SUA APLICACAO.

A partir das análises comparativas, pode-se observar que os efeitos da cobertura morta se verificam principalmente até a profundidade de 6 cm, representando um aumento diferencial para o plantio com cobertura morta, das frações hidrossolúveis, ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato.

Esse aumento verificado nessas frações, que são menos aderidas às partículas de argila, pode estar provavelmente significando a influência da cobertura, como consequência dos pluviolixiviados provenientes do material de superfície ou do transporte pelos macro e meso organismos. No entanto, deve-se ainda, levar em consideração a influência do sistema radicular com crescimento diferenciado nessa região, que pode estar influenciando a dinâmica da matéria orgânica através da deposição de raízes mortas e da liberação de exudatos pelo sistema radicular. Se o aumento se deve aos pluviolixiviados, ou pelo efeito indireto da cobertura morta

no sistema radicular, deve ser hipótese para futuros experimentos.

A partir dessa camada observa-se que ocorreu uma tendência a aumentar as frações mais aderidas, sendo estas, representadas principalmente pelas frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e a humina, acompanhado pela diminuição de ácidos fúlvicos livres, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato até a camada de 15-25 cm de profundidade.

Na camada de 25-40 cm, houve ainda, o aumento da fração soda acompanhada pela diminuição dos ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato. Observa-se ainda, que existe tendência ao aumento gradativo das frações ácidos húmicos ligados a soda a partir da camada de 3-6 cm de profundidade.

O aumento dessas frações nessas profundidades dificilmente representa um transporte, a partir das camadas superiores.

A hipótese mais provável deve ser a da transformação de outras frações nessas, e/ou, o aumento dessas frações terem sido pela síntese "de novo" das referidas substâncias húmicas.

Essas observações podem indicar que a influência da cobertura morta se restringe aos primeiros centímetros e a possibilidade de que a humina encontrada em maior quantidade nas camadas mais profundas seja proveniente do transporte

dessas frações é pouco provável, visto que, as substâncias mais aderidas não seriam móveis durante o prazo do atual experimento.

A influência da cobertura de acículas anteriormente verificadas por KAHIL⁵⁹ em florestamento de Pinus, concorda com o atual ensaio quando diz que a cobertura influi apenas nas primeiras camadas.

As observações desse ensaio estão ainda de acordo com as de KAHIL⁵⁹ nos aumentos verificados em profundidade, das frações mais aderidas, não serem possivelmente resultantes de pluviolixiviados ou pelo transporte de substâncias das camadas superiores para as inferiores e sim, pela deposição diferencial da matéria orgânica pela influência das raízes. No atual experimento uma explicação nesse sentido, seria de que há a possibilidade de haver uma transformação de substâncias menos aderidas para as mais aderidas. Uma possível evidência seria a de que as frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, poderiam estar se transformando em ácidos fúlvicos ligados a soda e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato. Analisando os aumentos dessas frações, é possível considerar como provável, a transformação dessas em humina, levando-se em consideração o pouco tempo de ensaio, e a existência de humina de síntese que requer um maior espaço de tempo para a sua formação como demonstraram SCHNITZER¹⁰⁹ e KONONOVA⁸⁶.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

1. A cobertura morta de acículas de *Pinus spp*, promoveu modificações qualitativas e quantitativas nos teores de matéria orgânica no solo sob cultivo da macieira.
2. As modificações qualitativas ocorridas na matéria orgânica do solo no plantio com cobertura morta foram o aumento das frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, ácidos húmicos ligados a soda e a humina até a camada de 15-25 cm, e na camada de 25-40 cm de profundidade, um aumento das frações ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato, ácidos fúlvicos ligados a soda, ácidos húmicos ligados ao pirofosfato e a humina. Esses aumentos podem indicar uma sensível melhoria na qualidade da matéria orgânica.
3. O efeito da cobertura morta de acículas de *Pinus* se restringiu aos primeiros 6 cm de profundidade.
4. A partir da camada de 6 cm, o aumento das frações aderidas às partículas de argila podem representar transformações de outras frações menos aderidas como os ácidos fúlvicos livres, ácidos fúlvicos ligados ao pirofosfato e ácidos húmicos ligados ao pirofosfato.

5. A concentração de raízes finas foi maior no plantio com cobertura morta principalmente até 6 cm de profundidade. Nas camadas subsequentes até 40 cm, favoreceu maior concentração de raízes mais grossas, principalmente na camada de 15-25 cm.
6. A cobertura morta, favoreceu a preservação da matéria orgânica no solo, indicando ainda, que possivelmente ao longo do tempo, venha proporcionar o aumento das substâncias húmicas e uma melhor qualidade da matéria orgânica.
7. Sugere-se estudos mais profundos de acículas de diversas espécies do gênero Pinus, para verificar a variação quali-quantitativa das substâncias húmicas, de acôrdo com cada espécie.
8. Sugere-se também, pesquisar melhor a contribuição dos exudatos das raízes, na quantidade e qualidade da matéria orgânica, além de estudos mais aprofundados sobre a transformação que ocorre de uma substância menos polimerizada, para mais polimerizada.

Estudos complementares em relação a velocidade de decomposição, umidade, temperatura, reações químicas que se processam, de conformidade com cada espécie, são outras pesquisas de relevada importância, que podem ser feitas como contribuição ao estudo da matéria orgânica, isto é, de produtos recicláveis, como é o caso das acículas de Pinus.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 ADAMS, J.E. Influence of mulches on runoff erosion and soil moisture depletion. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 30:110-114, 1966.
- 2 ALBAREDA, J.M. & VELASCO, F.- El humus en los suelos forestales. Influencia de la vegetacion en los procesos de humidificacion de suelos forestales de Pirineo de Lerida y Huesca - estudio comparativo de las fracciones humicas. An. Edaf. Agr., 24(1/2):1-21, 1965.
- 3 ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. Ed. New York, John Wiley, 1967. 422p.
- 4 ALLISON, F.E. Soil organic matter and its role in production. Development in soil science. 3 New York, 1983. 637 p.
- 5 ALMENDROS, G.; POLO, A.; DORADO, E. Caracterizacion de las sustancias húmicas en la fraccion humica de los suelos. An. Edaf. Agrob., 38(1/2):2001-2015, 1979.
- 6 AMADOR, B. & VIVES, L. Temperatura del suelo bajo diferentes coberturas y su accion sobre la produccion de tomate (Lycopersicon esculentum M.). Bol. Tec. Fac. de Agron. Univ. Costa Rica, 11(5) 25p, 1978. In: Hort. Abst. 50(9):7171, 1980.

- 7 AYANABA, A. The value of mulches in the tropical soils. Anais do Colóquio Regional sobre matéria orgânica do solo. Piracicaba-SP. Brasil, 1982 97-103 p.
- 8 BANDY, D.E. & MUSGRAVE, R.B. Management of water stress periods. Agron. Econ. Res. on tropical soil. Ann. Rep. 65-111, 1975.
- 9 BARTH, R.C. Influence of Pinyon pine trees on soil. Sci. Amer. J., 44:112-14, 1980.
- 10 BASTARDO, H.; ESTEVES, A.; FLORES, D.A. Desaparición da materia organica en un bosque cultivado de Pinus caribae var. hendurensis, en Venezuela. In: Colóquio Regional sobre Matéria Orgânica do Solo. Anais. Piracicaba, 1982. p 65-71.
- 11 BAVER, L.D. The effect of organic matter on soil structure. Prog. Biodin. Produt. Solo, Sta. Maria-RGS. , 1968.
- 12 BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Livroceres LTDA, São Paulo, 1985. 392 p.
- 13 BOGDANOVIC, M.R.; DJURIC, K.V.; MESORINSKI, N. Wirkungen verschiendener humate auf hefer in wasserdulturen. Sci. Cong. pp 114-115, 1964.
- 14 BRADY, N.C. Matéria Orgânica dos solos minerais. In: Natureza e propriedades dos solos. Rio de Janeiro Freitas Bastos, 1983. 647 p.
- 15 BRASIL SOBRINHO, M.O.C. & MELLO, F.A.de. Influência da cobertura morta sobre a umidade de um solo cultivado co

- cafeeiro. Anais da Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", 18:239,246, Piracicaba, 1960.
- 16 BRESLER, E. & KEMPER, W.E. Soil water evaporation as a effect of wetting methods and crust formation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34(2):3-8 ,1970.
- 17 BUENDA, J.P.L. & PURCINE, A.A.C. Espaçamento e densidade de plantio en cultura algodoeira no norte de Minas Gerais. EPAMIG Proj. Algodão, RelAn.:206-220, 1973/74.
- 18 BURGESS, A. & RAW, F. Biologia del suelo. Omega, 1971. 696 p.
- 19 BURROWS, W.C. & LARSON, W.E. Effect of amount of mulch on soil temperature and early growth of corn. Agronomy Journal. 54(1-6):19-23. 1962.
- 20 CREAGER, R.A. & KATCHUR, D. An evaluation of plastic and fibrous materials as mulches for total vegetation control. Hort. Sci. 10(5):482, 1975.
- 21 CASSERES, E.P. Producción de hortalizas. 3o ed., San José - Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1984, C 190.XX, 397 p.
- 22 CHALFANT, R.B.; JAWORSKI, C.A.; JOHNSON, A.W. & SUMMER, D.R. Reflective film mulches, millet barriers and pesticides, nematodes, soil-borne fungi, and yield of yellow summer-squash. Journ. of Amer. Soc. for Hort. Sci. 102(1):11-15, 1977.
- 23 CHANDLER, V.J.J. Soil water conserv., 8;136-139, 144.

1953.

- 24 CURLIM, T.W. Nutrients cycling a factor in fite productivity and forest fertilization. In: Tree growth and forest grils, Chester, T.Y. & Daveg, C.B. "daveg" Oregon, State University Press, Oregon U.S.A..
- 25 DABIM, B. Etude de un method d'extraction des matieres humiques du sol. Sci. du Sol, 1:47-63, 1967.
- 26 _____ Methode d'extraction et de fractionnement des matieres humiques du sol application a quelques etudes pedologiques et agronomiques dans les sols ferrallitiques. Multigraphie ORSTON. 1975. 24 P.
- 27 DAROS, E. Alterações provocadas pelo florestamento de Pinus elliottiina fertilidade de dois solos na região da Lapa-PR. Curitiba, 1982. 95 p. Dissertação, Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Conservação do Solo.
- 28 DENARIE, J. Effect of small aplications of dung near the seeds on plant resistance to nematode infection. Hebd. Sceance Acad. Agric. France, 54:651-58, 1968.
- 29 DOMERGUES, Y. & MANGENOT, F. Ecologie microbienne du sol. Paris, Masson, 1970. 796 p.
- 30 DUCHAUFOR, P. & JACQUIM, F. Nouvelles recherches sur l'extraction e le fractionnement des composés humiques. Bulletin d'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de

Nancy. 8(1), 1966.

- 31 DUCHAUFOR, P. Précis de pédologie, 2 ed. Masson, Paris, 1965.
- 32 DURASOV, A.M. & MARCHENKO, V.F. Humus composition in dark chestnut soil and the carbon total/nitrogen ratio. Pochvov.10:56-63. 1966.
- 33 DULEY, F.L. & KELLY, L.L. Effect of soil type, slope, and surface conditions on intake of water. Lincon, University of Nebraska, 1939. 16 p.
- 34 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE FLORESTAS, CURITIBA, PR. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado do Paraná. 1986. 89 p.
- 35 EMBRAPA - SNLC. Manual de métodos de análises de solo. 1979.
36. EMBRAPA - 1984
37. FASSBENDER, H.W. Química del suelos, con énfasis en suelos de América Latina. 3 ed. Costa Rica, IICA, 1982, 398 p.
- 38 FARBROTHER, H.G. & MANNING, H.L. Climatology. Prog. Rep. Exp. Sta. 1951-1952, Uganda Emp. Cott. Grow. Corp. London, p3-6, 1952.
- 39 FELBEK, G.T. Chemical and biological charactization of humic matter. In MACHAREN, A.D. & SKUJINS, J., eds. Soil biochemistry. New York, Marcell Dekker, 1971. 2, p

36-59.

- 40 FISCHER, H.H. Conceito de erva daninha. In:
RODRIGUES, J.J. do V. & WILLIAN, R.D. (Coords.). Curso intensivo de controle de ervas daninhas. Viçosa-Minas Gerais. Universidade Federal de Viçosa, 1973. p 5-10.
- 41 FLAIG, W.; BEUTELSPACHER, H. & RIETZ, E. Chemical composition and physical properties of humic substances. In: GIESELING, J.F. ed. Soil components. New York, Springer, 1975. p 1-211.
- 42 FUNDACAO INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANA. Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná. Londrina, 1978, 41p.
- 43 GALLO, J.R. & RODRIGUES, O. Efeitos de algumas práticas de cultivo do solo na nutrição mineral do citrus. Bragantia, 19(23):345-60, 1960.
- 44 GAVER, A.C. & MUKHERJEE, D. Recycling of organic matter through mulch in relation to chemical and microbiological properties of soil and crop yields. Plant and soil, 56(2) 273-281, 1980.
- 45 GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 2 ed. Piracicaba, 1963. 430 p.
- 46 GONZALEZ, M.I.M.; GALLARDO, J.F. & EGIDIO, J.A. Evolución de la materia orgánica de un suelo climax y de un suelo de repoblación, de la vertiente norte de la Sierra de Gata (Salamanca). Edaf. Agrob., 36(1/2):1167-1186, 1977.
- 47 GORSKE, S.F. Weed control on plastic. Amer. vegetable

grower,27(2):13-14, 1979.

- 48 GREWAL,S.S. & SINGH,N.T. Effect of organic mulches on the hydrothermal regime of soil and growth of potato crop in Northern India.Plant and soil.40(1):33-47, 1974.
- 49 HARDY,F.Suelos tropicales. Herrero, México, 1970.
- 50 HAUSMANN,G. Culture technique from the stand point of conservation and incrementation of organic matter in the soil, in light of modern research.Scient.Varia,32 :415-449, 1968.
- 51 HAWTHORNE,B.T. Effect of mulching on the incidence of *Sclerotinia minor* on lettuce. New Zealand Journ.of Exp.Agric.3(3):273-274, 1945.
- 52 HERNANDO,F.V.; SANCHEZ,C.P.; ORTEGA,B.C. Acción del ácido húmico sobre la planta de maiz cultivada en solución nutritiva equilibrada de concentración superior a la normal.An.Edaf. y Agrobiol..XXVIII (11-12): 835-46, 1969.
- 53 HOPEN,H.J. & OEBKER,N.F. Mulch effects on ambient carbondioxide levels and growth of several vegetables. Hort.Sci.10(2): 159-161, 1975.
- 54 INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FLORESTAL, BRASILIA, D.F. Inventário florestal nacional: florestas plantadas-

-Paraná, Santa Catarina. Brasília, 1984. 283 p.

- 55 JACQUIN, F. & JUST, C.D.P. Contribution a l'étude de la matière organique des sols sableux des Landes de Gascogne: Acad.d'Agric.de France, p 1190-1197, 1965.
- 56 JAMET, R. Evolution des principales caractéristiques des sols des reboisements de Loudina (Congo). Cah.ORSTOM.S.Pedol.13(3/4):235-253, 1975.
- 57 JAMET, J.A. Solo, manejo e adubação. ed. Nobel, 1983. 307 p.
- 58 JORGE, J.A. Solo. Manejo e adubação: compendio de edafologia, 2ª ed. São Paulo, 1983. 315 p.
- 59 KAHIL, A.L.F. Análise das alterações na matéria orgânica do solo causadas pelo reflorestamento com Pinus elliottii na região da Lapa-PR. Curitiba, 1987. 196 p. Dissertação. Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Curso de Pós-graduação em Ciência do Solo.
- 60 KELLERMANN, V.V. & TSYURUPA, I.G. Interplay of soil organic matter in the aggregation of the soil clay components. Pochvov, 8:940-47, 1966.
- 61 KHERA, K.L.; KHERA, R.; PRIHAR, S.S.; SANDHU, K.S. Mulch, nitrogen, and irrigation effects on growth yield, and nutrient uptake of forage corn. Agronomy J. 68(6):937-941, 1976.
- 62 KIEHL, E.J.; KINJO, T. & MARCOS, Z.Z. Caracterização e

interpretação das propriedades do solo. Apostila, 2ª ed. Esc. Sup. de Agr. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1973. 119 p.

- 63 KIMPE, C.R. de & MARTEL, Y.A. Effects of vegetation on the distribution of carbon, iron and aluminium in the B horizon of M. Appalachian Spodosol. S. Sci. Soc. Amer. J. 0(1/3), 1970.
- 64 KOCK, P.C. & STRMECKI, E.L. An investigation on the growth promoting effects of a lignite, physiol. Plant. 7:503-12.
- 65 KOEPH, H.H.; SCHAUMANN, W.; PETERSON, B.D. Agricultura Biodinâmica. Tradução de LOEWENS, A.R. & SZAJEWSKI, U., 1983, 316K p.
- 66 KONONOVA, M. Soil organic matter. Oxford, Pergamon Press, 1966. 544 p.
- 67 KOROTKOV, A.A. The effect of vegetation on the composition of sod-podzolic soils. Pochvovedenie 8:19-24, 1957. Soil a fertilizers, 23:15-16, 1960, 41 p.
- 68 KULESZA, W. The effect of mulch and herbicides on strawberry yield and fruit chemical composition. Roczniki Nauki Rolniczych A., 103(2):3500, 1978. In: Hort. Abstr., 49(3):1783, 1979.
- 69 KUTCHERA, L. Wurzelatlas mitteleuropäischer ackerunkräuter. DLG, Frankfurt/Main, 1960.
- 70 LAL, R. Soil temperature, soil moisture and maize yield

- from unmulched tropical soils. Plant and soil, 40(1):129-14
1974.
- 71 LAL, R.; VLEESCHAUWERD, D. & NGANJE, R.M. Changes in
properties of a newly cleared tropical alfisol a
-affected by mulching. Soil Sci. Amer. J. 44(4):827-833,
1980.
- 72 LATTANZI, A.R.; MEYER, L.D.; BAUMGARDNER, M.F. Influences
of mulch rate slope steepness on interrill erosion. Soil
Sci. Soc. Am. Proc. 38:946-950, 1974.
- 73 LYNCH, J.M. Interactions between biological process,
cultivation and soil structure. Pl. Soil, 76:307-317, 1984.
- 74 MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná.
Curitiba/Paraná, 1968.
- 75 McLEAD, K.W.; SHERROD, Jr. C. & PORCH, J.E. Response of
longleaf pine plantation to litter removal.
Forst. ecology and management 2(1):1-12, 1979.
- 76 MANNARINO, R.P.; VOLKOFF, B. & CERRI, C.C.. Comparação do
humus de capoeira e de floresta natural em latossolos
amarelos da região amazônica, Brasil. Colóquio Regional
sobre matéria orgânica do solo, 1982. Anais. São Paulo,
1982. p 53-57.
- 77 MARQUES, S.A.Q.; BERTONI, J.; BARRETO, G.B. Perdas por erosão
no Estado de São Paulo. Bragantia, 20 (47):1143-82, 1961.
- 78 MARTINEZ, W.L. & NETTLES, F.F. The effects of saublust
and black polyethylene mulches on ground tomatoes grown

- for pink harvesting. Am. Soc. for Hort. Sci. 15:151-157, 1971.
- 79 MELLO, F.A. DE; BRASIL SOBRINHO, M.C.C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETO, A.; KIEHL, J.C. Fertilidade do solo. São Paulo, Nobel, 1983. 400 p.
- 80 MENEZES SOBRINHO, J.A.; COUTO, F.A.A. & REGINA, S.M. Efeito da densidade de plantio de pequenos bulbilhos e do tipo de cobertura sobre o rendimento de alho-planta em três cultivares de alho (*Allium sativum*). Rvta. de Oleric. 12:37, 1972.
- 81 MEYER, L.D.; WISCHMEIER, W.H.; FOSTER, G.R. Mulch rates required for erosion control on steep slopes. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 34:928-931, 1970.
- 82 MOLINA, J.S. La decomposición aeróbica de la celulose y la estructura activa de los suelos. Prog. Biodin. Product. Solo. Sta. Maria-RGS. p 17-24, 1968.
- 83 MONDARDO, A. & BISCAIA, R.C.M. Contrôles da erosão. Plantio direto no Estado do Paraná. Circ. IAPAR, no 23, agosto de 1981, p 33-39.
- 84 MORITA, Y.; ITAKURA, T.; IWATA, M. Studies on physical properties of soils in relation to fruit tree growth. A survey of archard soils. (4) Root development response to cultural treatment of peach seedlings. J. Hort. Ass. Japan 21, 129-145, Hort. A. 23-2591, 1952. In: Soils and

Fert. 17:69, 1954 n. 363.

- 85 NIKOLOVA, G.; IVANOV, V.; MIRKOVA, E. & CHOLEVA, B. Soil sterilization by di-trapex in greenhouse strawberry growing. Oshcharstvo, 55(1):315, 1976. In: Hort. Abstr. 47(5):4405, 1977.
- 86 NOVAIS, R.F.; MENEZES SOBRINHO, J.A.; SANTOS, H.L. & SANS, L.M.A. Efeito da adubação nitrogenada e da cobertura morta sobre os teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de três cultivares de alho. Rev. Ceres 114): 125-141, 1974 U.F. Viçosa, M.G.
- 87 NYE, P.H. Changes of pH across the rhizosphere induces by roots. Pl. Soil, 61:7-26, 1981.
- 88 OADES, J.M. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for managment. Pl. Soil Sci. Plant. Nutr., 29:271-283, 1983.
- 89 OSAKI, F. Universo, agricultura e pecuária. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba-Brasil, 1987. 142 p.
- 90 OSAKI, F. & CARVALHO, F.J.P. DE C. Efeito do plantio direto e convencional na matéria orgânica do solo. Mineografado, Ia Semana de Pesquisa da Universidad Federal do Paraná. Prog. e resumos 1984.
- 91 OSAKI, F. & CARVALHO, F.J.P. DE C. Uso de acículas de *Pinus spp* como cobertura morta macieira (*Malus domestica*). Anais da IIIa Semana de Pesquisa da

Universidade Federal do Paraná. Progr. e resumos
1986. AG-12.

- 92 OVINGTON, J.D. Studies of the development of woodland conditions under different trees. J. ECCL., 46:127-42, 1958.
- 93 PACIFICO HOMEM, V. A cultura do eucalipto no melhoramento do solo. 2a Conferencia Mundial do Eucalipto, 1961:911-925, São Paulo.
- 94 PAULA SOUZA, M.L. Alterações provocadas pelo florestamento de *Pinus spp* na fertilidade de solos da região da Lapa-Paraná. Floresta, 12(2):36-52, 1981.
- 95 PAVLENKO, V.A. Mulching of strawberries. Vinogtadarstvo Vinodelie, Moldavil, 6:51-53, 1978.
In: Hort. Abstr. 49(11):8350, 1979.
- 96 PEELE, T.C. The relation of certain physical characteristics to the erodibility of soils. Soil Sci. Amer. Proc. Madison, Wisc. 2:97-100, 1937.
- 97 PEDRO, F.V. DE. Ciclo biogeoquímico de los cationes y humificación en suelos con vegetación repícola. An. Edafologia y Agob., 41(5/6): 815-30, 1982.
- 98 PEIXOTO, R.T.G. Solubilização de fosfato natural durante a compostagem de lixo urbano e sua utilização por feijão e sorgo forrageiro. Rio de Janeiro. Inst. de Agron., Curso de Pós-graduação em Agronomia.
- 99 PRAKASH, A. & RASHID, M.A. The influence of humic substances on coastal phytoplankton productivity.

Mem.Simp.Int.Lagunas Costeras, Mexico, 28-30, 1967.

- 100 RAIJ,B.V.; QUAGGIO,J.A.; CANTARELLA,H. Análise química do solo para fins de fertilidade. Fundação Cargill, 170 p.1987.
- 101 REISSMANN,C.B.; RODERJAN,C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. Análise química do humus em povoamento da Araucária angustifoliaBert.O.Ktze. In:Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1983.Anais. Campos do Jordão, Soc.Paulista de Silvicultura, 1983. p 575-578.
- 102 RIFFALDI,R.; LEVI-MINVI,R. & SAVIOZZI,A. Humic fractions organic wastes. Agric. ecosystem envirom. 10:353-359, 1983.
- 103 ROBINSON, J.D. & CHENERY,E.M. Magnesium deficiency in coffee with special reference to mulching. Em.J.Exp.Agric. 26:259-73, 1958.
- 104 ROCHA FILHO,J.V.C; HAAG,H.I.; OLIVEIRA,G.D.; PITELLI,R.A. Ciclagem de nutrientes em florestas implantadas de Eucaliptos e Pinus. I. Distribuição no solo e na mata.Q Solo.(2):28-31, 1978.
- 105 ROSS,D.J.; SPEIR,W.T.; JANINE,C.C.; WHALE,K.N. Temporal fluctuatings in biochemical properties of soil under pasture. II.Nitrogen mineralization and enzyme activities.Aust.J.Soil Res., 22:319-30, 1984.
- 106 ROVIRA,A. Plant root exudates in relation to the rhizosphere microflora.Soils & fertilizers

XXV/3:167-72, 1962.

- 107 RUSSEL,E.W. Soil conditions and plant growth. 10 ed.London,
Longman, 1973. 849 p.
- 108 SANTORO,T. & STOTZKI,G. Influence of cations on
floculation of clay minerals by microbial metabolites,
determined by the electrical sensing zone particle
analyses. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 31(5):761-65,
1967.
- 109 SCHNITZER,M. Soil organic matter Elsevier Scientific
Publisching Company. Amsterdam, Oxford, New York,
1978.319 p.
- 110 SCHNITZER,M. & POAST,P.A. Effects of a soil humic
compound on root inhibition.Nature,213:598-599, 1967.
- 111 SCHNITZER,M. & KHAN,S.U.Humic substances in the
environment. Deker, New York, 1972.
- 112 SCHURURMAN,J.J. & GWODEWAAGEN,N.A.J. Methods for the
examination of roots systems and roots. 2 ed. s.1,
1971. 86p.
- 113 SECRETARIA DA INDUSTRIA E DO COMERCIO-MINEROPAR.GOVERNO
DO ESTADO DO PARANA.Geologia do Estado do Paraná
1986.
- 114 SHEFFER,F. & PRZENEK,F. Enzym-histochemische
untersuchunger über physiologische wirkung von
huminstoffenauf das wurzelmeristem von *Lepidium sativum*.
Abstr.VIII Int.Soil Sci.Congr.(Bucharest)pp 112-113,

1964.

- 115 SING,B. & RAMAN,S.S. Phisico chemical properties of soils under *Pinus patula* in Earstern Himalayas.Indian for,105(6):482-90, 1970.
- 116 SILVA,J.F.DA. Herbicidas. Plantas daninhas.Módulo 2. Associação Brasileira -DF, 1983, 222 p.
- 117 SMITH,A.N. Chemical departament report: Tea Res.Inst .East Africa.An.Rep. 1958, number 34, 1957.
- 118 SONNEMBERG,P.E. Cobertura morta com casca de arroz na cultura da cenoura(*Daucus carota*). Rvta de Olerc., 14:171.
- 119 STEELINK,C. Geochim,cosmochim.Acta,28:1615-1622,1964.
- 120 STEVENSON,F.J.Cycles of soil. JOHN WILEY, New York, 1986. 380 p.
- 121 SWABY,R.J. & LADD,J.N. Trans.J.Meet,Comm IV,V.Int.Sec.Soil Sci. N.Z., pp 197-202. In:ALLLISON,F.E. Soil organic matter and its role im production development in soil science. New York, 1973. 637 p.
- 122 TAN,K.H.; BEATY,E.R.; MCGREERYM,R.A.; POWELL,J.D. Humic-fulvic acid contend in soil related to the ley clipping managment and fertilization. Soil Sci.Soc.Amer.Proc. 36(4):565-67, 1962.
- 123 TESKEY,B.J.E. & WILSON,K.R. Tire fabric waste as mulch for fruit trees. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 100(2): 153-157, 1975.

- 124 THOMPSON, L.M. Soils and soil fertility. 2 ed.,
MacGrow-Hill Book Co. Inc., New York, 1957. 451 p.
- 125 THOMPSON, L.M. & TROEH, F.R. Los suelos y su fertilidade.
Editorial Reverte, S.A. Spain, 649 p. 1982.
- 126 TIESSEN, H.; STEWART, J.W.B.; HUNT, H.W. Concepts of soil
organic matter transformation in relation to
organomineral particle size fractions. Pl. Soil,
76:286-295, 1984.
- 127 TOLEDO, A.P.P.DE. Relações entre o humus do solo e do
ambiente aquático. In: Colóqui Regional sobre Matéria
Orgânica do Solo. Piracicaba, 1982. p 29-34.
- 128 TURENE, J.F. Culture itinérante et jachère forestière en
Guyane évolution de la matière organique.
Cah. Pédol. XV(4):449-461, 1977.
- 129 TURK, E.E. Organic matter supplied in crop residues.
J. Am. Soc. Agr., 19:369, 1927.
- 130 TURK, L.M. & PARTRIDGE, N.L. Effect of various mulching
materials on orchard soils. Soil Sci. 64:
111-125, 1947.
- 131 VARADACHARI, C.; BIOMAS, N.K.; GHOSH, K. Studies on
decomposition of humus in clay-humus complexes.
Pl. Soil, 78:295-300, 1984.
- 132 VEEN, J.A.; LADD, J.N.; FRISSEL, M.J. Modelling C and N
turnover through the microbial biomass in soil. Pl. Soil.
76:257-273, 1984.

- 133 VELASCO, F.Y. & ALBAREDA, J.M. Evolución de un suelo de bosque de *Anercus pirenaica*, provocada por una plantación de *Pinus sylvestris*. Anales de Edafologia y Agrobiologia, 25(11/12):623-31. 1965.
- 134 VELASCO, F.Y. & MINGO, P.DE. Distribución de la materia organica leve y ligada, y las fracciones de humina en suelos climaticos y en suelos degradados. Anales de Edafologia y Agrobiologia, 40(1/2):179-89, 1981.
- 135 VERDADE, F.C. O Agrônômico. Campinas, Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, 1957, Vol. 7, p 7.
- 136 VIEIRA, M.J. Plantio direto no Estado do Paraná. Propriedades físicas do solo. Fundação Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina, PR., 1981. 244 p. (Circular IAPAR, 23).
- 137 VOLKOFF, B. & ANDRADE, M.J.DE. Caracterização da matéria orgânica de alguns solos ferralíticos do Estado da Bahia. Aplicação de um método de fracionamento das substâncias húmicas. Anais do XV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Campinas(São Paulo):119-126. 1976.
- 138 VOLKOFF, B.; MELFI, A.S. & CERRI, C.C. Les soles roches cristallines formés sous climat sub-tropical an Brésil. Ch. ORSTOM Sér. Pédologie, XVII(3) 1979:163-183.
- 139 WAKSMAN, S.A. Soil microbiology. Wiley & Sons. Inc. N.Y. 1968. 356 p.
- 140 WALKLEY, A. & BLACK, A. An examination of the Degtjareff

method for determining soil organic matter, and proposed modification of chronic acid titration method. Soil Sci., 37:29-3, 1984.

- 141 WESSEL, M. ' Cacao soils of Nigeria. Menor. II
Conf.Inst.Pesq. Cacau, Itabuna, p 417-30, 1969.
- 142 WIJK, W.R.V.; LARSON, W.E. & BURROWS, W.C. Soil
temperature and the early growth of corn from mulched and
unmulched soil. Soil Sci.Soc.Proc., 1959. p 428-434.
- 143 WRIGLEY, G. Tropical Agriculture. Faber & Faber, London, 1969.

TABELA 10. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA CARBONO TOTAL DO SOLO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	40,344	40,344	3,681ns	
Erro(a)	10	109,591	10,959		14,6
Profundidade	4	923,627	230,907	133,01**	
LocalxProfun.	4	4,809	1,202	0,69ns	
Erro(b)	40	69,452	1,736		5,8
Total	59	1147,823			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	28,90 a	30,12 a
2	23,53 a	24,27 a
3	20,47 b	22,53 a
4	19,54 b	21,75 a
5	16,86 b	18,83 a
	21,86	23,50

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 11. ANÁLISE DE VARIÂNCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,019	0,019	0,543ns	
Erro(a)	10	0,345	0,035		87,30
Profundidade	4	0,335	0,079	2,742ns	
LocalxProfun.	4	0,208	0,028	0,966ns	
Erro(b)	40	1,155	0,029		79,47
Total	59	2,062			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	0,4267	0,2667
2	0,2500	0,2263
3	0,1667	0,2300
4	0,0733	0,2167
5	0,0667	0,2233
	0,1967	0,2320

TABELA 12. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO MATERIA ORGANICA LEVE.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,506	0,506	0,958ns	
Erro(a)	10	5,276	0,528		79,28
Profundidade	4	1,738	0,434	0,899ns	
LocalxProfun.	4	3,932	0,983	2,035ns	
Erro(b)	40	19,332	0,483		75,83
Total	59	1147,823			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	1,4850	0,8650
2	1,0550	0,9517
3	0,8283	1,0383
4	0,3733	1,0017
5	0,3817	1,1850
	0,8247	1,0083

TABELA 13. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO HIDROSSOLUVEIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,006	0,006	0,2ns	
Erro(a)	10	0,310	0,031		58,17
Profundidade	4	0,318	0,079		
LocalxProfun.	4	0,113	0,028	5,6ns	
Erro(b)	40	0,180	0,005		23,36
Total	59	0,928			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	0,4467	0,3333
2	0,3333	0,3533
3	0,2667	0,4150
4	0,2600	0,2417
5	0,1567	0,2200
	0,2927	0,3127

TABELA 14. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO HIDROSSOLUVEIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,001	0,001	0,002ns	
Erro(a)	10	4,040	0,404		48,17
Profundidade	4	1,988	0,497	6,45*	
LocalxProfun.	4	1,709	0,427	5,54*	
Erro(b)	40	3,081	0,077		21,03
Total	59	10,819			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	1,5533 a	1,0783 b
2	1,4100 a	1,4267 a
3	1,3417 b	1,8367 a
4	1,3383 a	1,1183 a
5	0,9333 a	1,1583 a
	1,3153	1,3237

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 15. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	1,085	1,085	0,469ns	
Erro(a)	10	23,106	2,311		31,34
Profundidade	4	2,523	0,631	1,618ns	
LocalxProfun.	4	1,199	0,300	0,769ns	
Erro(b)	40	15,594	0,390		12,87
Total	59	1147,823			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	4,9233	5,0750
2	4,8667	4,7333
3	4,8533	5,1670
4	4,1450	4,8350
5	4,7900	4,9633
	4,7156	4,9521

TABELA 16. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIVRES.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	1,922	1,922	0,025ns	
Erro(a)	10	771,748	77,175		39,73
Profundidade	4	742,580	185,645	23,865**	
LocalxProfun.	4	17,739	4,435	0,570ns	
Erro(b)	40	311,143	7,779		12,61
Total	59	1845,132			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	17,0183 a	17,1000 a
2	20,6633 a	19,7450 a
3	23,6417 a	23,8000 a
4	21,3117 a	22,4817 a
5	28,6067 a	26,5250 a
	22,2863	21,9303

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 17. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,197	0,197	0,030ns	
Erro(a)	10	65,406	6,541		46,78
Profundidade	4	43,215	10,804	6,065**	
LocalxProfun.	4	8,678	2,169	1,216ns	
Erro(b)	40	71,375	1,784		24,43
Total	59	188,871			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	5,5833 a	6,0467 a
2	7,0000 a	6,1567 a
3	6,2533 a	5,5200 a
4	4,5933 a	5,2467 a
5	3,6200 a	4,6533 a
	5,4100	5,5247

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 18. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	9,616	9,616	0,055ns	
Erro(a)	10	1747,671	174,767		54,04
Profundidade	4	548,178	137,044	3,545*	
LocalxProfun.	4	166,397	41,599	1,076ns	
Erro(b)	40	1546,313	38,658		25,42
Total	59				

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	19,3783 a	20,4033 a
2	29,8483 a	26,1517 a
3	30,3733 a	24,7883 a
4	23,4683 a	24,2317 a
5	21,2450 a	24,7350 a
	21,8627	24,0620

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 19. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	4,098	4,098	1,90ns	
Erro(a)	10	21,574	2,157		46,28
Profundidade	4	22,051	5,513	2,376ns	
LocalxProfun.	4	4,608	1,152	0,497ns	
Erro(b)	40	92,814	2,320		47,99
Total	59	145,145			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	4,5100	3,3033
2	4,0600	3,0600
3	3,5400	2,9400
4	3,0933	3,0067
5	1,9700	2,2600
	3,4347	2,9120

TABELA 20. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	126,876	126,876	1,486ns	
Erro(a)	10	853,789	85,379		65,23
Profundidade	4	107,507	26,877	0,796ns	
LocalxProfun.	4	57,607	14,402	0,427ns	
Erro(b)	40	1350,267	33,757		41,01
Total	59	2496,046			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	16,0567	11,2567
2	17,4467	12,9700
3	17,1917	13,3033
4	15,8433	14,0717
5	11,5567	11,9517
	15,6190	12,7107

TABELA 21. ANÁLISE DE VARIÂNCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACÃO ÁCIDOS HÚMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	6,093	6,093	6,039*	
Erro(a)	10	10,093	1,009		43,79
Profundidade	4	12,588	3,147	3,406*	
LocalxProfun.	4	5,746	1,437	1,555ns	
Erro(b)	40	36,973	0,924		41,90
Total	59	71,493			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARAÇÃO DE MÉDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	1,0733 b	2,7433 a
2	2,9400 a	3,0967 a
3	2,7133 a	2,5800 a
4	1,5000 b	2,2400 a
5	1,6500 b	2,4033 a
	1,9763	2,6127

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 22. ANÁLISE DE VARIÂNCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS AO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	60,682	60,682	2,233ns	
Erro(a)	10	271,713	27,171		50,42
Profundidade	4	342,078	85,520	3,880**	
LocalxProfun.	4	88,979	22,245	1,009ns	
Erro(b)	40	881,755	22,044		45,42
Total	59	1645,207			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	3,6583 b	9,1450 a
2	12,4000 a	13,1467 a
3	13,2833 a	11,4817 a
4	7,6267 a	10,1567 a
5	9,6900 b	12,7850 a
	9,3317	11,3430

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 23. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO SODA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	4,363	4,363	10,935**	
Erro(a)	10	3,991	0,399		20,76
Profundidade	4	10,350	2,587	9,95**	
LocalxProfun.	4	10,905	2,726	10,485**	
Erro(b)	40	10,382	0,260		16,75
Total	59	39,991			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	2,7767 b	4,9200 a
2	3,1800 a	2,7967 b
3	2,7033 a	3,0500 a
4	2,6067 a	2,7367 a
5	2,6000 b	3,0600 a
	2,7733	3,3113

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 24. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO SODA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	15,924	15,924	5,649*	
Erro(a)	10	28,186	2,819		12,38
Profundidade	4	85,425	21,356	3,118*	
LocalxProfun.	4	137,595	34,399	5,022**	
Erro(b)	40	274,002	6,850		19,30
Total	59	541,132			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	9,5817 b	16,3700 a
2	13,5150 a	11,5283 b
3	13,1833 a	13,6250 a
4	13,3750 a	12,6417 a
5	15,5567 a	16,1983 a
	13,0423	14,0727

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 25. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO PIROFOSFATO.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	1,727	1,727	8,50*	
Erro(a)	10	2,023	0,202		20,98
Profundidade	4	5,136	1,284	5,157**	
LocalxProfun.	4	9,080	2,270	9,116**	
Erro(b)	40	9,953	0,249		23,29
Total	59	27,919			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	1,7700 b	3,5867 a
2	2,3933 a	1,9100 b
3	2,0533 a	2,2000 a
4	1,8700 a	1,8700 a
5	1,7767 a	1,9933 a
	1,9737	2,3120

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 26. ANÁLISE DE VARIÂNCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS LIGADOS A SODA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	3,101	3,101	2,08ns	
Erro(a)	10	14,893	1,489		12,78
Profundidade	4	24,633	6,158	0,973ns	
LocalxProfun.	4	117,667	29,416	4,649**	
Erro(b)	40	253,127	6,328		26,35
Total	59	413,418			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	6,1033 b	11,9267 a
2	10,1750 a	7,8167 b
3	10,0433 a	9,8500 a
4	9,5717 a	8,7217 b
5	10,6917 a	10,5433 a
	9,3170	9,7717

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 27. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,600	0,600	8,955*	
Erro(a)	10	0,666	0,067		28,73
Profundidade	4	1,333	0,333	10,742**	
LocalxProfun.	4	0,098	0,025	0,806ns	
Erro(b)	40	1,247	0,031		19,55
Total	59	3,944			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	1,0067 b	1,3333 a
2	0,7867 a	0,8867 a
3	0,6500 b	0,8500 a
4	0,7367 a	0,8667 a
5	0,8233 b	1,0667 a
	0,8007	1,0007

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 28. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS HUMICOS LIGADOS A SODA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	4,959	4,959	5,118*	
Erro(a)	10	9,687	0,969		24,53
Profundidade	4	25,462	6,366	9,16**	
LocalxProfun.	4	1,362	0,341	0,491ns	
Erro(b)	40	27,815	0,695		20,77
Total	59	69,285			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	3,4783 b	4,4433 a
2	3,3433 a	3,7100 a
3	3,1400 b	3,7750 a
4	3,8017 a	3,9200 a
5	4,8633 b	5,6533 a
	3,7253	4,3003

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 29. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	0,110	0,110	0,021ns	
Erro(a)	10	53,461	35,346		22,74
Profundidade	4	53,599	13,377	4,205**	
LocalxProfun.	4	11,910	2,978	0,936ns	
Erro(b)	40	127,235	3,181		17,54
Total	59	246,225			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	11,2033 a	11,9650 a
2	11,3200 a	9,7033 a
3	10,4467 a	10,4567 a
4	9,1083 a	9,7117 a
5	8,5367 a	9,2067 a
	10,1230	10,2087

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 30. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	5729,128	5729,128	28,969**	
Erro(a)	10	1977,663	197,766		30,75
Profundidade	4	248,034	62,008	1,268ns	
LocalxProfun.	4	292,672	48,907	1,496ns	
Erro(b)	40	1956,266			15,29
Total	59	10203,763			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	38,7657 a	39,7244 a
2	48,1088 a	39,9806 b
3	51,0342 a	46,4123 a
4	46,6136 a	44,6515 a
5	50,6329 a	48,8938 a
	47,5168	43,9323

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 31. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS FULVICOS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	9,696	9,696	7,55*	
Erro(a)	10	12,831	1,283		35,64
Profundidade	4	10,876	2,719	2,777*	
LocalxProfun.	4	6,939	1,735	1,772ns	
Erro(b)	40	39,157	0,979		31,13
Total	59	79,499			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	2,0800 b	4,0767 a
2	3,7267 a	3,9833 a
3	3,3633 a	3,4300 a
4	2,2367 b	2,9400 a
5	2,4733 b	3,4700 a
	2,7760	3,5800

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 32. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO ACIDOS HUMICOS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	88,646	88,646	2,864ns	
Erro(a)	10	309,517	30,952		38,98
Profundidade	4	365,718	91,430	4,050**	
LocalxProfun.	4	99,870	24,968	1,106ns	
Erro(b)	40	903,123	22,578		33,29
Total	59	1766,874			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	7,1333 b	13,5867 a
2	15,7450 a	16,8567 a
3	16,4233 a	15,2567 a
4	11,4250 a	13,2967 a
5	14,5533 b	18,4383 a
	15,4870	14,2715

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 33. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO FRACAO ACIDOS HUMINA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	38,528	38,528	1,053ns	
Erro(a)	10	365,949	36,595		52,76
Profundidade	4	205,841	51,460	27,578**	
LocalxProfun.	4	13,010	3,252	1,743ns	
Erro(b)	40	74,639	1,866		11,91
Total	59	697,967			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL
	Plantio convencional Plantio com cobertura morta
1	14,4800 a 14,3167 a
2	11,1400 a 13,3233 a
3	9,8200 a 12,2567 a
4	9,9133 a 11,9400 a
5	7,9633 a 9,4933 a
	10,6633 12,2600

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 34. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO HUMINA.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	143,376	143,376	0,339ns	
Erro(a)	10	4234,666	423,467		40,96
Profundidade	4	134,985	33,746	0,888ns	
LocalxProfun.	4	163,408	40,852	1,075ns	
Erro(b)	40	1520,422	38,011		12,27
Total	59	6196,857			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	50,1817	42,1850
2	47,4900	54,8800
3	47,9483	53,9133
4	50,9000	54,1450
5	46,9283	50,0617
	48,6897	51,7813

TABELA 35. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES DE CARBONO NA FRACAO SODA SUBSTANCIAIS HUMICAS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	99,022	99,022	3,562ns	
Erro(a)	10	277,967	27,797		20,83
Profundidade	4	569,314	142,328	30,542**	
LocalxProfun.	4	14,551	3,638	0,781ns	
Erro(b)	40	186,400	4,660		8,53
Total	59	541,132			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	28,6367 a	30,9583 a
2	26,7700 a	23,5867 a
3	24,0633 a	26,7950 a
4	21,5917 b	25,0517 a
5	19,0967 b	22,6133 a
	24,0317	26,6010

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 36. ANALISE DE VARIANCIA SEGUNDO DELINEAMENTO COM PARCELAS SUBDIVIDIDAS PARA OS FATORES LOCAL(PARCELA) E PROFUNDIDADE (SUB-PARCELA), PARA OS TEORES RELATIVOS NA FRACAO SUBSTANCIAS HUMICAS TOTAIS.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F	CV%
Local	1	394,343	394,343	2,310ns	
Erro(a)	10	1706,746	170,675		11,72
Profundidade	4	1932,878	483,220	3,817*	
LocalxProfun.	4	563,405	140,851	1,113ns	
Erro(b)	40	5063,851	126,596		10,09
Total	59	9661,223			

ns: não significativo.

* : significativo ao nível de 5% de probabilidade.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

COMPARACAO DE MEDIAS

Profundidade	LOCAL	
	Plantio convencional	Plantio com cobertura morta
1	99,2017 a	103,0000 a
2	113,9850 a	113,3717 a
3	117,5950 a	119,0300 a
4	110,7700 a	114,8933 a
5	113,2700 a	119,8633 a
	110,9643	114,0317

As médias seguidas pela mesma letra(horizontal) não diferem estatisticamente entre si.